ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCLXXXII

1884-85

SERIE QUARTA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME II.

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1885

ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

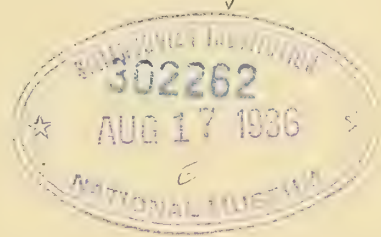
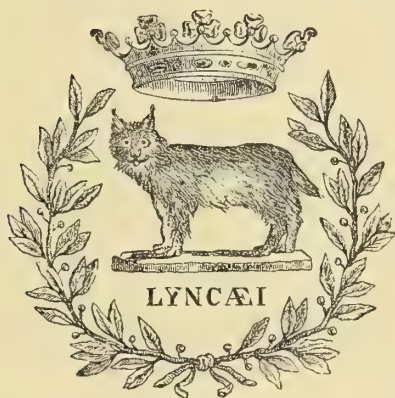
ANNO CCLXXXII

1884-85

SERIE QUARTA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME II.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1885

La R. Accademia dei Lincei deliberava nell' adunanza del dì 15 giugno 1884 [1] la ripubblicazione di tutti quei lavori scientifici del suo benemerito Presidente, Quintino Sella, i quali valessero ad onorarne la memoria. Il còmpito di scegliere i lavori e di curarne la stampa fu affidato ad una Commissione composta dei Soci Giovanni Capellini, Alfonso Cossa e Giovanni Strüver.

I lavori scelti e qui raccolti appartengono per la maggior parte al periodo di maggiore attività scientifica del chiaro loro Autore, cioè dal 1856 al 1861; alcuni però sono più recenti, siccome quello - *Sul tungstato di didimio* - comunicato all'Accademia nel dicembre 1878 e che ora pubblicasi per la prima volta nella sua integrità, e l'altro - *Delle forme cristalline dell'Anglesite di Sardegna* - presentato il 6 aprile 1879.

La cristallografia fu la disciplina nella quale il Sella esercitò più lungamente le forze della sua vigorosa intelligenza. La sua vasta coltura nelle scienze naturali e nelle matematiche gli aprì la via a prender posto, ancora in età giovanile, fra gli investigatori più acuti ed i promotori di quel ramo di scienza.

Nessuna delle Memorie riunite in questo volume ha perduto della propria importanza per l'azione del tempo, ed è facile il predire come tutte, quale più, quale meno, dovranno essere rammentate nella storia della cristallografia.

Si è perciò che al pensiero di onore al proprio Presidente l'Accademia associa quello di aver reso un servizio alla scienza ed ai suoi cultori.

10 febbraio 1886.

Il Presidente

F. BRIOSCHI

[1] I Soci Luzzatti e Mariotti avevano presentato la proposta di pubblicazione in una precedente adunanza.

MEMORIE DI CRISTALLOGRAFIA

DI

QUINTINO SELLA

NUOVAMENTE PUBBLICATE

PER CURA

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

PRECEDUTE DA UN DISCORSO

DI

ALFONSO COSSA

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI
1885

Sulla vita ed i lavori scientifici di Quintino Sella.
Discorso di ALFONSO COSSA
letto nella solenne tornata dell' 11 giugno 1885.

Se il conferimento dei premi, che la munificenza del Re e del suo Governo largisce ogni anno ai vincitori nelle nobili gare dell'ingegno, è fatto in oggi più solenne dalla inaugurazione di questa nuova sede dell'Accademia delle Scienze, esso è però turbato da un sentimento d'ineffabile tristezza, che ci viene inspirato dalla mancanza di Colui che a buon diritto può essere considerato come il secondo fondatore dell'Accademia.

Quintino Sella uomo di stato insigne, scienziato eminente, fautore operosissimo del progresso di ogni maniera di studî in Italia, ci fu immaturamente rapito il 14 marzo dello scorso anno, mentre non più distratto dalle cure della politica, attendeva con febbrile attività, ad effettuare le riforme da lui caldeggiate a vantaggio del nostro sodalizio. — Negli ultimi mesi della sua troppo breve esistenza, conversando cogli amici precorreva spesso col pensiero l'odierna solennità, dopo la quale voleva abbandonare la carica di Presidente dei Lincei, carica che egli tenne desideratissimo per un decennio. Chi avrebbe allora presagito che in questa aula, della quale egli aveva così ardentemente desiderato l'inaugurazione, dovesse in oggi vibrare l'eco pietosa delle onoranze rese alla sua memoria!

Il Consiglio di presidenza della nostra Accademia volle incaricarmi di commemorare la vita ed i lavori scientifici del Sella; accettai con entusiasmo questa offerta, che ascrivo a somma ventura, perchè mi dà l'occasione di porgere un tributo di affetto

reverente all'illustre estinto al quale mi legavano vincoli dolcissimi di gratitudine e d'amicizia.

Accennate a larghi tratti le circostanze principali della vita di Quintino Sella, io dirò più di proposito di quelli tra i suoi lavori scientifici che lo fecero giustamente considerare come uno dei più eminenti mineralogi del nostro tempo. Ma siccome l'attività del Sella fu tale che volendo convenientemente discorrerne è impossibile distinguere del tutto lo scienziato dall'uomo, Voi acconsentirete che dopo avere ricordato l'impulso efficace e benefico da lui dato al progresso scientifico in Italia, io richiami alla vostra memoria alcuni tratti del suo carattere forte e generoso. Così questo studio sulla vita e sulle opere del Sella, non rimarrà negli Atti della Accademia solamente come un documento dell'omaggio da essa tributato al suo illustre presidente, ma la ricordanza delle opere del suo ingegno associata a quella delle sue virtù, potrà per avventura contribuire ad educare i giovani al culto del vero e del buono, che egli sapeva mirabilmente infondere agli altri, col linguaggio eloquente dell'esempio.

Non mi sono illuso sulle difficoltà per me gravi del compito prefissomi, e riconosco che a superarle non valse il grande amore col quale vi ho posto mano. Nel mondo fisico almeno tutte le energie possono tra loro tramutarsi equivalendosi sempre; al difetto dell'ingegno invece non può supplire la forza del sentimento. Pertanto faccio assegnamento sulla vostra indulgenza; assicurandovi però che se nell'opera mia cercherete invano i pregi della forma, non troverete in essa gli artifici della rettorica volgare, alla quale è ignoto che le lodi iperboliche sono un'offesa alla memoria degli uomini sommi. E tale fu veramente Quintino Sella, che appartenne allo scarso numero di coloro per i quali il miglior elogio consiste nel racconto *piano e fedele* delle loro azioni.

I.

La famiglia Sella, che da più generazioni attende all'industria della lana, è originaria dell'Alto Biellese e deve il suo nome ad una depressione che separa due alture nel Comune di Mosso Valle Superiore. Ivi da Maurizio e da Rosa Sella, ottavo tra venti figliuoli, nacque *Quintino* il dì 27 luglio 1827. Fanciulletto ancora venne a Biella quando suo padre vi acquistò in riva al torrente Cervo il lanificio che porta ancora il suo nome.

Quintino perdette il padre nel 1846, ma ebbe la grande ventura di vedersi conservata la madre più che ottuagenaria sino all'anno 1882. — Rosa Sella fu donna

idrare virtù ed ebbe una grande influenza nello sviluppare la fortezza e la bontà di carattere del figlio, che la contracambiò di affettuosa riconoscenza. Non meno fortunato fu Sella nelle domestiche affezioni sciegliendosi a sposa la cugina Clotilde Rey, che dal 1853 gli fu sempre amorosissima compagna. Così al grande uomo di stato toccò la fortuna di potersi negli affetti di famiglia ritemprare alle molte fatiche di una vita laboriosissima intieramente spesa in servizio del paese. — Se si considera quanta e quale sia l'efficacia che l'ottima educazione e la donna virtuosa hanno nello infondere la nobiltà delle aspirazioni, la tenacità e la fermezza dei propositi e nel mantenere sempre integra la generosità del carattere, noi ci sentiamo spinti ad esprimere la nostra riconoscenza anche alla madre ed alla sposa del Sella, e tanto più ammiriamo queste donne in quanto che esse si tennero sempre contente che la loro influenza benefica non fosse mai conosciuta oltre i confini delle pareti domestiche.

Quintino Sella fu istruito negli studî classici nel ginnasio di Biella dove si distinse per prontezza e versatilità d'ingegno. Pur dimostrando una speciale inclinazione per la matematica, fino d'allora prese grande amore nella lettura degli autori latini e del poema dantesco. Di Dante, più tardi, desiderava di avere lo stile per descrivere lo spettacolo sublime che gli si presentava quando ardimentoso vinceva le vette più alte ed inesplorate delle nostre Alpi. Questa predilezione per i capolavori delle nostre letterature lo accompagnò per tutta la vita, ed i suoi amici nelle famigliari conversazioni, gli alpinisti italiani nei convegni da lui presieduti ed i suoi colleghi nel Parlamento ebbero spesso l'occasione di ammirare la sua erudizione letteraria poco comune in chi, come lui, si era in modo speciale dedicato allo studio delle scienze positive.

Seguì il corso di matematiche nell'Università di Torino; e appena laureato ingegnere il 27 giugno 1847, fu nominato allievo nel R. Corpo delle miniere ed insieme al suo collega ed affezionato amico Felice Giordano fu dal Ministro dell'interno Desambrois inviato alla Scuola delle miniere di Parigi dove allora trovavansi riuniti professori di raro merito: Elia de Beaumont, Combes, Ebelmen, Dufrénoy, Sénarmont. Furono specialmente le lezioni di Sénarmont, degno allievo di Fresnel, che decisero della carriera scientifica del Sella suscitando in lui l'inclinazione agli studî cristallografici nei quali doveva riuscire ben presto eminente. — L'efficace avviamento ad una carriera scientifica è di tutti i benefici ricevuti in gioventù quello di cui un animo gentile conserva la più profonda memoria. Nel Sella rimase costantemente vivo il sentimento di gratitudine verso il Sénarmont, sentimento di cui lasciò prova in uno de' suoi più importanti lavori ([1]).

([1]) *Studî sulla mineralogia Sarda.* Mem. della R. Acc. delle Scienze di Torino, Serie 2ª, Vol. 17°.

Nel 1852, appena rimpatriato da un viaggio d'istruzione fatto nell'Inghilterra, nella Francia e nella Germania, fu eletto professore di geometria applicata alle arti nell'Istituto tecnico di Torino. L'insegnamento dato dal Sella riuscì molto efficace e si distinse per una larga impronta di novità a motivo dell'introduzione da lui fatta per la prima volta in Italia dell'assonometria. Il metodo delle proiezioni assonometriche molto utile nel disegno delle macchine, quale fu fino allora esposto in tutta la sua generalità dal professore Weisbach, presuppone cognizioni di trigonometria sferica e di geometria analitica. Ora il Sella seppe rendere popolare questa maniera di disegno dimostrandone tutti i teoremi coll'ordinaria geometria e coi primi elementi dell'algebra (1).

Quando per le modificazioni introdotte dalla legge del 13 novembre 1859 nell'ordinamento dell'istruzione pubblica in Italia, si realizzò il vagheggiato progetto di trasformare l'Istituto tecnico di Torino nell'attuale Scuola d'applicazione per gl'ingegneri, il Sella, che di questo cambiamento fu attivissimo promotore, ebbe nella nuova scuola la cattedra di mineralogia, ed ivi trasportò la collezione Barelli che fu il primo nucleo dell'attuale museo mineralogico. Questo museo fu dal Sella stesso arricchito a più riprese col dono generoso della sua collezione privata ricca di oltre cinque mila esemplari. Ben presto però il Sella chiamato ad altri uffici quantunque per loro natura temporanei, rinunciò all'insegnamento ripugnandogli di occupare una cattedra senza adempierne scrupolosamente i doveri. Il dolore di staccarsi da una Collezione che era stato l'oggetto delle cure dei più begli anni della sua vita fu in parte mitigato nel vedere avanti a sè nell'amico Gastaldi, chi poteva, come egli scrisse degnamente sostituirlo (2).

L'insegnamento dato da Sella alla Scuola degli ingegneri in Torino non durò oltre un anno, ma durante questo tempo così breve fu pur fecondo di utili risultati. Le sue lezioni di cristallografia (3), dopo venticinque anni da che furono dettate sono ancora seguite in parecchie università italiane. Il pregio di queste lezioni non consiste solamente nella chiara e semplice esposizione di metodi conosciuti; il Sella seppe in esse mirabilmente sviluppare e coordinare i nuovi metodi di dimostrazione da lui

(1) Questo nuovo metodo elementare di dimostrazione dei principî dell'assonometria fu per la prima volta pubblicato dal dott. Zunge (*Der Civilingenieur* — Vol. III, fasc. 3, Freyberg) sotto forma di una lettera del Sella al prof. Weisbach. Le lezioni complete del Sella sul disegno assonometrico, che prima correvano litografate tra gli studenti, furono poi stampate a Milano nel 1861 col titolo: *Sui principî geometrici del disegno e specialmente dell'assonometrico.* Queste lezioni furono tradotte in tedesco e pubblicate negli Annali di Matematica del Grunert, 1865.

(2) Quintino Sella, *Cenno necrologico intorno Bartolomeo Gastaldi.* Transunti della R. Acc. dei Lincei, Serie 3a, Vol. III.

(3) *Lezioni di cristallografia dettate alla Scuola d'applicazione degli ingegneri di Torino.* Lito gr. Torino 1867. — *Primi elementi di cristallografia*, 2a edizione. Torino 1877 in 8° con 8 tav.

trovati e che formarono argomento di uno studio importantissimo da lui pubblicato sulla legge di connessione delle forme cristalline di una stessa sostanza ([1]), studio che meritò l'autorevole elogio dell'illustre cristallografo di Cambridge. All'influenza benefica che il Sella seppe esercitare in un solo anno di pubblico insegnamento si deve pure attribuire se dall'attuale scuola di mineralogia dell'Università di Roma, prima che da ogni altra scuola italiana sono usciti dei giovani abili nell'insegnare la teoria e la pratica delle determinazioni cristallografiche.

Il valente mineralogo ed insegnante ebbe occasione di rivelarsi anche come distinto ingegnere, quando insieme a Giulio, Menabrea e Sismonda fece parte della commissione incaricata di giudicare del valore dei compressori idraulici ideati da Sommeiller. Le esperienze, che in gran parte proposte e dirette dal Sella, si fecero nell'Appennino Ligure contribuirono assai a risolvere i molti dubbî sulla attuabilità del progettato traforo delle Alpi ed incoraggiarono il Governo ad accingersi fiducioso ad una delle più grandi intraprese del nostro secolo.

Fu nel periodo compreso tra gli anni 1855 e 1861 che si manifestò maggiormente l'operosità scientifica del Sella. In questo torno di tempo egli pubblicò quei classici lavori sulla cristallografia teorica, sulla mineralogia Sarda, sulle forme cristalline di alcuni composti ammoniacali del platino, del boro, e delle fosfine derivate dall'ammoniaca, che lo collocarono giustamente tra i più valenti cristallografi del suo tempo, e ci fanno comprendere a quale altezza ancora maggiore egli sarebbe salito, se le cure di uomo di Stato non gli avessero impedito di attendere senza interruzione a quegli studî in cui aveva luminosamente esordito.

Alla rivista delle principali pubblicazioni mineralogiche del Sella è dedicato un apposito capitolo di questo mio lavoro biografico. Mi limito ora a far rimarcare che nelle Memorie scientifiche del compianto nostro presidente, alla chiara esposizione di teorie elevate va sempre congiunta la rigorosa esattezza delle osservazioni. Quando l' insigne matematico che ci presiede ridusse in corpo di dottrina la teorica dei determinanti ([2]), Sella primo tra i cristallografi seppe applicarla a simboleggiare in modo assai conciso ed elegante le principali formole della cristallografia, e ad enunciare colla massima semplicità la teoria delle zone. — Le sue determinazioni goniometriche, spesse volte eseguite su cristalli imperfetti e piccolissimi, furono sempre trovate esatte. Poco innanzi la sua morte, nuove determinazioni eseguite contemporaneamente in Ungheria ed in Inghilterra sopra i cristalli di meneghinite hanno confermato la forma cristallina che a questo minerale il Sella aveva assegnato venti anni

([1]) Nuovo Cimento, Vol. IV. Torino 1856.
([2]) Fr. Brioschi, *La teoria dei determinanti.* Pavia 1854.

prima, e che aveva formato argomento di discussione. — Molti a cui è ignoto lo spirito delle scienze d'osservazione non sanno spiegarsi come una mente elevata, quale era quella del Sella, possa compiacersi nella misura dei cristalli. Ma se si considera che colle laboriose determinazioni goniometriche, colla difficile determinazione delle proprietà ottiche si può scoprire l'intimo legame che unisce la forma alla composizione di una sostanza, facilmente si comprende che si può attribuire molta importanza alla misura degli angoli di un cristallo, e che la cristallografia così considerata può ben formare la delizia di un uomo d'ingegno.

Da tutti i lavori del Sella traspare con quale larghezza di vedute egli comprendesse lo scopo delle determinazioni goniometriche, seguendo in ciò fedelmente il giusto indirizzo additatogli dal suo illustre maestro, il Sénarmont, del quale ci piace qui riprodurre un brano di lettera diretta al Sella.

« . . . . Je ne suis pas plus partisan que vous des faiseurs de théories;
« mais je crois qu'il ne faut pas faire *de l'art pour l'art*, en ce sens que je pense
« qu'il faut tacher de coordonner les observations de façon qu'on puisse en tirer des
« conclusions. Ainsi pour ne pas sortir des cristaux, il est evident que si on pour-
« rait arriver a mettre en relation la composition avec la forme, ce qui serait le
« *nec plus ultra*, c'est par des masses d'observations cristallographiques qu'on y
« arrivera. Mais par des masses d'observations du genre de celles que vous avez
« faites sur les composées platiniques avec un but, et coordonnées autours d'une idée,
« non par une face de plus ou de moins trouvée sur tel ou tel cristal; non par une
« différence de deux ou trois minutes trouvée sur tel ou tel angle. C'est là ce que
« j'appelle faire de l'art pour l'art. . . . . » (¹).

Ma alle geniali occupazioni dello scienziato dovevano troppo presto subentrare le cure dell'uomo di stato. Quintino Sella eletto nel marzo del 1861 deputato al parlamento, fu un mese dopo nominato segretario generale del Ministero dell'Istruzione pubblica, e nell'anno seguente assunto al ministero delle Finanze, che occupò poi due altre volte, nel 1865 e nel 1869.

Appena ministro lasciò la lente del naturalista per quella che egli rese leggendaria dell'avaro. Non curante della impopolarità, inspirato solamente dal grande amore del paese, si accinse coraggioso ad attuare tutti quei provvedimenti che egli ritenne più opportuni a ristorare le finanze italiane. Coronò l'opera sua di Ministro cooperando efficacemente a riacquistare all'Italia la sua Capitale.

Anche quando cessò di essere ministro, le cure della politica e l'esecuzione di molti incarichi assunti in servizio del paese gli impedirono di dedicarsi intieramente

(¹) La lettera non porta alcuna data, ma dal contesto appare scritta nel 1857.

agli studî prediletti di mineralogia. Non potrei senza escire dai limiti che mi sono prefisso discorrere delle distinte prove di operosità date dal Sella all'infuori del campo strettamente scientifico. Mi restringo a ricordare: la condotta nobile e coraggiosa che egli tenne quando nello scorcio del 1866 fu commissario del Re per la provincia d'Udine, la benemerenza acquistatasi come promotore del risparmio, l'inchiesta sulle condizioni della industria mineraria nella Sardegna, e la fondazione da lui promossa dell'Istituto tecnico in Udine e della Scuola d'arti e mestieri in Biella, con ordinamenti che provano il giusto concetto che egli aveva dell'insegnamento tecnico e professionale.

Eletto nel 1874 Presidente della nostra Accademia dei Lincei, Quintino Sella diede opera attivissima ad ingrandirla riformandone gli statuti. La Camera dei Deputati udì per l'ultima volta la sua parola il 14 marzo 1881, precisamente tre anni prima della sua morte, quando relatore della Commissione parlamentare per la proposta di legge dei sussidî governativi a Roma strenuamente difese gli interessi dell'Accademia e ci valse l'acquisto della nuova sede che oggi inauguriamo.

Ma gli eccessi di lavoro intellettuale ai quali Sella troppo fidente nelle sue forze assai spesso si abbandonava, e forse anche le agitazioni della vita politica, avevano a poco a poco indebolito la sua salute. Ai gravi insulti di febbre d'infezione che lo assalsero per la prima volta nella estate del 1881, altri ne succedettero ad intervalli più o meno lunghi. Gli ultimi furono quelli che lo colsero verso la fine del 1883 qui in Roma, mentre si preparava a por mano ai lavori di riaddattamento dei nuovi locali dell'Accademia. Ritornato a Biella sembrava che la sua salute rifiorisse; il dì otto marzo 1884 volle ancora salire sulle vicine montagne; la speranza della sua guarigione completa rinacque in tutti, ma fu pur troppo delusa. Poche ore dopo avere egli stesso con un telegramma assicurato il Re del notevole miglioramento della sua salute, fu vinto quasi improvvisamente dal male e confortato dalle cure affettuosissime della sua famiglia che aveva educato degna di lui, spirò nella prima ora del 14 marzo 1884 nell'età di 57 anni e sette mesi.

La notizia inaspettata di questa morte commosse dolorosamente tutta l'Italia. Chi presiedeva la Camera dei Deputati nella memorabile tornata del 15 marzo potè dire veracemente: « *All'annunzio della morte del Sella piansero il Re ed il popolo* » [1]. — Il Re Umberto indirizzava alla desolata famiglia queste parole: « La morte di Quintino Sella mi ha riempito l'animo di immenso cordoglio. La patria « ha perduto uno dei figli più benemeriti, la scienza un cultore illustre, la dinastia

[1] Atti parlamentari, Camera dei Deputati. Tornata di sabato 15 marzo 1884. Discorso del Vice-Presidente Spantigati.

« uno dei più sinceri amici. La memoria dei grandi servigi resi da tanto uomo, e « dell'affetto vivissimo che portava alla mia casa, non si cancellerà mai dal mio cuore « e resterà nella nazione esempio di forte virtù, di coraggiosa abnegazione, d'incrol- « labile fede. Da questi sentimenti si ha la misura del mio dolore, le espressioni « delle mie condoglianze e dell'amicizia che serberò sempre per la sua famiglia ».

Ho voluto ricordare queste generose parole perchè è giusto ed è bene che si risappia che in Italia si acquista l'amicizia e la riconoscenza del Re chi, come Quintino Sella, dedicò tutto se stesso al bene del paese.

La perdita di coloro che si resero benemeriti del proprio paese desta sempre il compianto universale, suscita spontanei e meritati slanci di ammirazione, e di gratitudine. Ma quando ci fu tolto il Sella, propriamente come accade nelle gravi sventure, al compianto, all'ammirazione, alla gratitudine, si è associato tiranno un sentimento di egoismo; abbiamo misurato la profondità del vuoto ch'egli lasciava; coll'affannoso pensiero che precorre gli eventi, calcolammo quasi la quantità di bene che in momenti difficili poteva ancor fare al paese, perchè non abbiamo mai temuto che la fibra del suo corpo e della sua anima si fosse spezzata, ed eravamo sicuri che sarebbe ritornato alla vita pubblica beneficamente operoso come prima.

I funerali del Sella furono modestissimi, quali egli li volle; le sue spoglie mortali riposano nel piccolo cimitero del santuario di Oropa a mille e duecento metri sul livello del mare, su quelle Alpi che egli spesso saliva per ispirarsi, come diceva, ai grandi ideali.

In pressochè tutte le città italiane furono celebrate le sue lodi. All'Istituto di Francia tre giorni dopo la sua morte Daubrée ne ricordò i meriti scientifici [1].

Il Parlamento italiano gli decretò una statua in Roma. La piccola città d'Iglesias, centro di un' industria mineraria da lui sapientemente favorita, gli ha or ora innalzato un monumento; altri ne sorgeranno a Biella ed a Torino. Il nome di Quintino Sella è ricordato in un bel minerale delle Alpi, raro come le sue virtù [2]; la sua memoria è ancora più sicuramente affidata alle opere del suo ingegno, alla gratitudine degli Italiani.

II.

Per giudicare rettamente del valore e dell'efficacia di un'opera scientifica è necessario di considerarla anche in relazione allo stato di sviluppo in cui trovavasi la scienza all'epoca in cui essa venne eseguita. Pertanto prima di passare in rassegna

[1] Compt. rend. de l'Ac. des Sciences. Tomo 98 (1884) pag. 652.

[2] Nel 1868 (Atti della Reale Accademia delle scienze di Torino, Vol. IV, pag. 35) il prof. Giovanni Strüver descrisse un nuovo minerale da lui scoperto, il fluoruro di magnesio cristallizzato nel sistema dimetrico, che egli chiamò Sellaite in onore dell'illustre cristallografo italiano.

i principali lavori mineralogici del compianto nostro Presidente, credo opportuno di ricordare quali fossero in Italia le condizioni dell'insegnamento e degli studî della mineralogia, quando in essi egli esordiva la sua breve ma insigne carriera.

Senza timore di essere incolpati di quell'esagerazione in cui l'orgoglio nazionale facilmente ci fa cadere, quando si discorre della storia d'una scienza, si può sicuramente affermare, ciò che del resto ci è da tutti acconsentito, che fu in Italia che si svilupparono i primi germi della cristallografia per merito di Stenone e di Guglielmini. — L'osservazione delle svariate forme poliedriche colle quali si presentano i minerali, ed alcuni corpi prodotti artificialmente, ha per molti secoli infruttuosamente esercitato la fantasia dei naturalisti. Nicola Stenone, membro della gloriosa accademia del Cimento, danese di origine, ma italiano per adozione, poco dopo la metà del secolo XVII (1669) meditando sulle diverse forme del cristallo di rocca, trovò che pur variando le figure e le dimensioni dei piani di questo minerale, la loro mutua inclinazione è determinata e costante. Così egli per il primo intuì la costante inclinazione delle faccie; la quale, come è noto, costituisce il principio fondamentale su cui si basa tutta la scienza cristallografica ([1]). Trenta anni dopo lo Stenone, Domenico Guglielmini nativo di Bologna, ma oriundo Ossolano, medico ed idraulico illustre, in una sua Memoria sulla figura dei sali (1702), estendendo le osservazioni oltrechè al quarzo ad altri minerali ed a cristalli artificiali, considerava ciascun cristallo come l'aggregato di minime particelle insecabili meccanicamente ed aventi una stessa forma. Comprendeva già come una stessa sostanza non potesse assumere tutte le forme immaginabili, ma solamente quelle che derivano da un'unica prima forma delle molecole, la quale egli supponeva doveva essere quella dei solidi di sfaldatura. Se il Guglielmini avesse completato le sue osservazioni e corroborato le sue giuste teorie con un numero sufficiente di misure goniometriche esatte, sarebbe arrivato a scoprire la relazione semplicissima che comprende tutte le forme sotto le quali una stessa sostanza si può presentare, e sarebbe forse riuscito a formolare con linguaggio geometrico quelle leggi di simmetria e di derivazione che la scienza deve all'immortale Hauy. Tanta è la potenza delle esatte determinazioni numeriche nelle scienze d'osservazione. Chi meditando sopra un fenomeno per il primo ne intuisce la retta spiegazione fa scattare una scintilla, ma colui che lo misura da questa scintilla può far divampare un incendio.

([1]) Q. Sella, che era molto erudito nella storia della scienza che professava, nella sua Relazione sulla Memoria di G. Strüver, *Intorno alla pirite dell'Elba e del Piemonte* (Atti della Reale Accademia delle scienze di Torino, 1869, Vol. IV, pag. 285) cita un passo della Pirotecnia di Vannoccio Biringuccio (Venezia 1540) dal quale appare che il Biringuccio comprendesse che nei cristalli cubici di pirite che descriveva variassero le dimensioni, rimanendo però costanti gli angoli.

Dopo il Guglielmini gli studî cristallografici ed in genere le ricerche originali sulle forme, sulle proprietà fisiche e chimiche dei minerali esularono per una lunghissima serie di anni dall'Italia. Nessuno dei nostri naturalisti ha partecipato in modo rimarchevole a quel movimento progressivo che caratterizza la storia della mineralogia nel primo quarto del nostro secolo e che fu eccitato prima dalle osservazioni di Cappeller, Romé de l'Isle, Bergmann, Linneo e poi dalle scoperte memorabili di Hauy. — Weiss di Berlino, dimostrando che la teoria del nucleo e dei graduali decrescimenti non è necessaria per spiegare nelle sostanze cristallizzate il passaggio da una forma ad un'altra, toglie alle leggi trovate dal cristallografo francese ciò che avevano di ipotetico e le riduce all'attuale loro semplicità ed eleganza geometrica. L'opera del Weiss è continuata dai lavori di Naumann, Mohs, Quenstedt, Whewell. Miller, Haidinger; si studiano le leggi dell'emiedria, e quelle dei regolari accoppiamenti dei cristalli. Si trovano le regole delle zone; alla notazione di Hauy si sostituiscono altre più razionali basate intieramente sull'applicazione della geometria analitica, facendosi derivare in modo semplicissimo la notazione dei simboli dei piani che limitano i cristalli dalle loro equazioni. Mittscherlich dimostra l'isomorfismo di minerali che hanno una composizione simile e ne desume conseguenze che hanno grandemente giovato anche al progresso della chimica. Per le scoperte di Malus, di Biot e di Arago e per le speculazioni analitiche di Fresnel e Cauchy si conoscono i modi di propagazione della luce nell'interno dei corpi cristallizzati. Nello studio dei caratteri ottici dei minerali si illustra pure Sénarmont, il maestro del Sella, al quale si devono eziandio le prime serie ordinate di ricerche sulla produzione artificiale dei minerali, ricerche che contribuirono a dare alla mineralogia anche il carattere di scienza sperimentale.

A questi nomi, che saranno sempre ricordati con onore nella storia dei progressi della mineralogia, nell'epoca di cui discorro e che abbraccia la prima metà del secolo, non possiamo aggiungere quello di alcun italiano. In quel tempo l'Italia ebbe però insigni geologhi, ed anche fino a questi ultimi anni agli studî mineralogici si preferirono le ricerche di geologia e di paleontologia, forse perchè esse non richiedevano quelle estese cognizioni di cristallografia e di chimica che sono indispensabili per riuscire un buon mineralogo, e che allora non si potevano apprendere nelle nostre scuole.

Nelle Università di Padova e di Pavia gli insegnamenti della mineralogia, della geologia e della zoologia erano riuniti in una sola persona e mancava affatto un complesso di studî speciali coordinato colla educazione scientifica dei naturalisti. La storia dello studio di Padova, che pur vanta tra i suoi insegnanti il Guglielmini, può ricordare il nome di Tommaso Catullo per i buoni lavori di geologia e per l'efficace insegnamento al quale si formò quella schiera di valenti geologhi di cui si onora la

Venezia, ma non ci indica alcuno che abbia seguìto la via luminosamente tracciata dall'illustre autore della memoria sulla figura dei sali.

All'Università Ticinese fu chiamato ad insegnar chimica nell'ultimo scorcio del secolo passato lo Scopoli, che si era già fatto conoscere per alcuni lavori mineralogici giudicati buoni per quel tempo. Lazzaro Spallanzani venuto a Pavia nel 1769 arricchì il Museo di storia naturale con una importante collezione di minerali e di roccie che egli raccolse in quel viaggio alle Due Sicilie da lui mirabilmente descritto, ma la sua fama più che a ricerche mineralogiche è raccomandata a' suoi classici lavori di fisiologia. Dei successori dello Spallanzani fino al 1848 non rimase alcuna traccia nella storia della mineralogia.

In Milano in sulla fine del secolo scorso il padre Ermenegildo Pini apriva per la prima volta al pubblico una raccolta di minerali da lui ordinata presso le scuole Arcimboldi, ed oltre aver studiato i minerali di ferro dell' Elba sotto il punto di vista delle loro applicazioni alla metallurgia, pubblicò pure osservazioni pregevoli per quel tempo sui feldspati del Gottardo e del granito di Baveno. Più tardi Scipione Breislak ispettore del salnitro e delle polveri a Milano, durante il primo regno italico, pubblicò il primo trattato italiano di geologia ed alcuni brevi lavori di mineralogia applicata. Fu quasi contemporaneo al Breislak G. B. Brocchi che fu prof. di storia naturale al liceo di Brescia, e poscia ispettore delle miniere in Milano. La fama del Brocchi è specialmente raccomandata alla sua opera *Sulla conchiologia fossile subappennina ;* si hanno però di lui alcuni lavori sui minerali di Val di Fassa, sulla prehnite, sulla lazialite, e sull'allunite della Tolfa.

Nel Piemonte nella seconda metà del secolo passato erano con amore coltivati gli studî mineralogici applicati alla metallurgia da valenti ufficiali dell'arsenale d'artiglieria, dove si distinse sovra tutti gli altri il generale conte Nicolis di Robilant, che a ragione fu chiamato da Prospero Balbo il fondatore della statistica mineraria del Piemonte ([1]). In quel tempo ebbe pure origine la pregiata collezione mineralogica del Museo di Torino, specialmente per opera del cav. Napione e dei generali Saluzzo e Morozzo della Rocca, e pei generosi doni fatti da Carlo Emanuele III. L'ordinamento di questa raccolta fu affidata all'abate Stefano Borson, per il quale alcuni anni dopo fu istituita la prima cattedra di mineralogia e di geologia nell'Università di Torino, cattedra che occupò fino all'anno 1833, senza però aver lasciato alcun lavoro originale meritevole di essere ricordato. Al Borson succedette Angelo Sismonda del quale sono notissimi gli studî geologici sulle alpi occidentali. A lui si deve la prima carta geologica del Piemonte. Ma appunto perchè la sua inclinazione lo portava alle

([1]) *Vita del conte Carlo Lodovico Morozzo*, terza edizione. Torino 1827.

ricerche di geologia, più a questa scienza che alla mineralogia propriamente detta ed alla cristallografia egli rivolse il suo insegnamento. Al gravissimo difetto che nell'insegnamento della cristallografia lamentavasi così in Piemonte come nelle altre parti d'Italia, supplì l'illustre fisico Biellese Amedeo Avogadro, il quale nella sua *Fisica dei corpi ponderabili* ha inserto un trattato voluminoso di cristallografia [1], trattato che non è un semplice lavoro di compilazione, ma, come giustamente osservò il Sella, è un'opera classica nella quale sono coordinati e riassunti i più recenti progressi che la scienza doveva in quel tempo ai lavori di Weiss, Naumann ed Haidinger. È da questa opera dell'Avogadro che il Sella ed alcuni chimici italiani poterono attingere i primi insegnamenti della cristallografia che invano avevano desiderato nelle scuole universitarie.

Nell'Università di Bologna l'insegnamento della mineralogia cominciando dal 1803 fu affidato a Monsignor Ranzani, il quale fu inviato dal governo a Parigi nel 1811 per visitare quei musei di Storia naturale. Durante il suo soggiorno nella capitale della Francia egli tenne una conferenza per rivendicare al Guglielmini il merito d'aver posto le prime basi della cristallografia. Ritornato in patria riordinò la collezione mineralogica dell'Università Bolognese secondo i sistemi di Hauy, di Beudant e di Mohs. Nel 1841 gli succedette nella cattedra e nella direzione dei Musei il suo allievo prediletto Bianconi, il quale, come il suo maestro, si è occupato principalmente di zoologia. La sua descrizione delle forme cristalline dello zolfo delle miniere del Cesenate fu pubblicata nel 1861 e pertanto oltre il periodo di tempo entro il quale è limitata questa breve rassegna dell'insegnamento mineralogico in Italia.

A Pisa si incominciò ad insegnare mineralogia nel 1782 quando vi fu nominato professore di storia naturale Giorgio Santi. Gli successe nel 1822 Paolo Savi che alternò i corsi di mineralogia e di geologia con quelli di zoologia e di anatomia comparata fino al 1840, nel qual anno la cattedra di mineralogia e di geologia, separata da quella delle altre scienze naturali, fu data a Leopoldo Pilla chiamato ad illustrare l'Università Pisana insieme a Piria ed a Parlatore. L'illustre geologo calabrese all'infuori di un brevissimo trattato di mineralogia pubblicato nel 1841 col titolo: *Concscenze di mineralogia necessarie per lo studio della geologia*, dedicò tutta la sua breve vita troncata gloriosamente sui campi di Curtatone, a quelle ricerche geologiche nelle quali acquistò fama di valentissimo.

Anche nell'Università di Roma fino al 1870 agli studî mineralogici erano preferite le ricerche geologiche e paleontologiche. Giustizia però vuole che si ricordi che il governo pontificio arricchì il Museo dell'Università romana, acquistando per

[1] Avogadro, *Fisica dei corpi ponderabili.* Vol. I, pag. 332-904. Torino 1837.

sedici mila scudi la pregevolissima collezione mineralogica di monsignor Lavinio De Medici Spada, che fu certamente non solo uno dei più intelligenti raccoglitori di minerali del suo tempo, ma anche versato nella cristallografia. Di lui però si conoscono appena due brevi Memorie pubblicate nel 1846 sopra alcuni minerali da lui osservati per la prima volta nello Stato pontificio, e sulle cause generatrici dei cristalli che si riscontrano nelle roccie vulcaniche.

L'Etna, i vulcani delle Eolie, il Vesuvio, i Campi Flegrei dovevano essere necessariamente per i naturalisti dell'Italia meridionale un grande incentivo ad applicarsi in modo speciale alle ricerche mineralogiche e geologiche. Fra i molti scrittori annoverati nella letteratura vulcanica dell'Italia, il primo che meriti di essere segnalato è Serrao, il quale nel 1738 pubblicò una classica descrizione dell'incendio vesuviano avvenuto l'anno prima, nella quale descrizione, se si possono desiderare migliori notizie mineralogiche, nel campo delle investigazioni si trova più di quanto avrebbesi potuto attendere riportandosi al tempo nel quale quella descrizione fu compilata. Dopo il Serrao si distinsero per gli studî sul Vesuvio: Domenico Tata, che fu il primo a riconoscere nel Vulture un vulcano estinto, e poi De Bottis, Mecatti ed i due Della Torre. In un'epoca più vicina a noi, all'infuori dell'insegnamento ufficiale, si annoveravano tra i cultori della mineralogia nelle provincie napoletane: Luigi De Ruggero, Filippo Cassola, Giovanni Semmola; ma più distinti fra tutti gli altri: Monticelli e Covelli il cui prodromo della mineralogia vesuviana pubblicato nel 1825 si può considerare come la prima opera che abbia fatto conoscere le produzioni mineralogiche vesuviane, non avendo alcun merito quel che ne scrissero alcuni anni prima il Gioeni e l'abate Galiani.

I primi provvedimenti attuati per l'insegnamento della mineralogia in Napoli datano dall' anno 1789, quando dietro proposta del generale Parise, ministro di Carlo III, furono inviati alla celebre scuola di Werner in Schemnitz sei giovani perchè si rendessero idonei a studiare le miniere del regno ed a dirigerne gli scavi. Tra questi erano Giuseppe Melograni, Vincenzo Ramondini e Matteo Tondi. Nel 1800 il ministro Zurlo fece edificare in Napoli l'attuale Museo mineralogico, e dell'insegnamento della mineralogia furono incaricati il Melograni ed il Ramondini. A questi succedette nel 1814 il padre Gismondi delle scuole pie, che però un anno dopo fu congedato perchè estraneo al regno, ed al suo posto fu nominato il Tondi, reduce allora dalla Francia, dove era stato esigliato per motivi politici. Nei vent' anni pei quali diede l'insegnamento della mineralogia, il Tondi non seguì i progressi della scienza e quantunque durante il suo esiglio a Parigi avesse avuto la grande fortuna di essere assistente di Hauy, poco si scostava nelle sue lezioni da quanto aveva appreso alla scuola del Werner, e non dava alcuna importanza alla

cristallografia, come lo dimostrano le istituzioni di mineralogia e di geologia da lui pubblicate. Eppure è da questa scuola del Tondi, nella quale pareva bandita ogni idea di progresso, che doveva uscire il promotore dei buoni studî mineralogici in Italia.

Nel novembre dell'anno 1830 un giovane della terra di Bari che in Napoli studiava svogliatamente la medicina, mentre invece si appassionava per gli studî di conchiologia e di botanica, spinto dalla insistenza di un suo compagno di scuola si lasciò indurre a seguire anche il corso di mineralogia del Tondi. Questo professore aveva costume di interrogare ogni sabato coloro che ritornavano per una seconda o terza volta alle sue lezioni. Ora accadde che in una di queste conferenze l'interrogato avendo mal definito il saggio di minerale presentatogli, lo studente di medicina fece un segno di disapprovazione che fu avvertito dal maestro. Questi rivolse a lui la domanda e nella settimana successiva lo interrogò su tutti i minerali che formavano oggetto della conferenza. Il risultato delle risposte date dallo studente fu tale che il professore conosciutone l'ingegno e l'inclinazione agli studî della mineralogia, lo invogliò a proseguirli. Cinque anni dopo il Tondi gli offerse di essere suo coadiutore nell'insegnamento, e regalandogli alcuni saggi di minerali gli rivolse queste parole, poco italiane, ma molto espressive: « *ti voglio mischiare la malattia* ». — Non è mestieri che io vi dica con quale intensità l'amore delle scienze mineralogiche si sia attaccato al giovane medico napoletano, perchè in esso voi avete riconosciuto un venerato nostro collega. Il professore Arcangelo Scacchi si educò da solo ai lavori di cristallografia, nella quale fece in breve tempo tali progressi da riuscire a pubblicare giovanissimo classici lavori sulla mineralogia vesuviana. Succeduto (verso l'anno 1840) al Tondi nella cattedra della Università di Napoli, egli deve essere considerato come il primo insegnante della cristallografia in Italia, e appunto per questo io ho ricordato il suo nome, perchè non voleva alla modestia dell'ottimo collega sagrificare la fedeltà della storia.

Questo risveglio nei buoni studî mineralogici coincide con quello degli studî chimici che l'Italia deve pure ad un altro napoletano, compagno ed amico carissimo dello Scacchi, l'illustre Raffaele Piria. Ma se l'influenza del Piria dalle scuole di Pisa e di Torino potè ben presto diffondersi in quasi tutta l'Italia, l'opera dello Scacchi rimase per molto tempo circoscritta, ed i suoi lavori erano molto più conosciuti e pregiati all' estero che in Italia dove erano pochissimi quelli che li potevano comprendere. Chi più degli altri contribuì a mettere tra noi in evidenza i meriti del mineralogo napoletano fu Quintino Sella, tra i cui lavori trovasi una sua dottissima relazione sulla classica memoria dello Scacchi sulla poliedria delle facce dei cristalli presentata all'Accademia delle scienze di Torino.

Se ci facciamo a confrontare l'indole speciale degli studî e dell'ingegno dei due sommi cristallografi italiani dell' epoca nostra, si scorge che essi si completano vicendevolmente. Lo Scacchi educatosi nell' esercizio dei buoni metodi analitici della scuola berzeliana, potè associare allo studio delle forme quello della composizione chimica. Il Sella più fortemente nutrito di studî matematici, potè subito in principio della sua carriera affrontare i più ardui problemi della cristallografia geometrica, ed associare nelle sue ricerche alle considerazioni delle forme dei cristalli, la determinazione delle loro proprietà ottiche. Allo Scacchi spetta il vanto di avere per il primo dato il giusto indirizzo all' insegnamento della mineralogia, al Sella quello di avere più efficacemente cooperato alla diffusione dei buoni studî mineralogici in Italia. Una cosa fu in eguale misura comune ad ambedue: il grande amore per la scienza ed una grande affezione reciproca mai menomata da alcun sentimento di rivalità.

III.

I lavori cristallografici di Q. Sella possono essere classificati in tre distinti gruppi, secondochè si riferiscono alla cristallografia teorica, allo studio di cristalli artificiali, od a quello di minerali.

Appartengono al primo gruppo: la Memoria sulla legge di connessione delle forme cristalline, e le due Note sul cangiamento di assi in un sistema cristallino, e sulle proprietà geometriche di alcuni sistemi cristallini, aggiunte come appendici alla seconda Memoria sul boro adamantino.

Sono da collocarsi nel secondo gruppo le Memorie sul boro adamantino, sui composti ammoniacali del platino, sui sali delle basi artificiali derivate dall'ammoniaca ottenuti dal prof. Hofmann, e sul tungstato di didimio.

Spettano finalmente all'ultimo gruppo: le Memorie sulla mineralogia sarda, sull'argento rosso, sulla meneghinite, sulla savite e sulle forme cristalline dell'anglesite di Sardegna.

Della lunga Memoria sull'argento rosso letta all'Accademia delle scienze di Torino nella tornata del 10 febbraio 1856, non fu pubblicato che un riassunto col titolo : *Quadro delle forme cristalline dell'argento rosso, del quarzo e del calcare* (¹). Sfortunatamente il manoscritto dell' intiera Memoria, quale fu trovato nelle carte lasciate dall' illustre autore, non è sufficientemente completo da potere essere pubblicato. Anche la Nota, *Sulle forme cristalline dell'anglesite di Sardegna*, l'ultima

(¹) Nuovo Cimento, Vol. IV (1856).

che Sella lesse all'Accademia dei Lincei, non è che il riassunto di una Memoria che egli si proponeva di pubblicare e per la quale aveva già accumulato una ricchissima messe di osservazioni.

Furono pure studiate da Sella la babingtonite [1] e la datolite di Baveno [2]; ma i risultati di questi studî non formarono argomento di pubblicazioni speciali, ma trovansi registrati in Memorie di altri mineralogi ai quali egli li aveva comunicati.

Chi succedette a Quintino Sella nella presidenza della nostra Accademia, facendosi fedele interprete del desiderio manifestato da alcuni colleghi, ha ordinato la ristampa dei più importanti lavori mineralogici dell'illustre suo predecessore. Di questi lavori appunto mi propongo ora di fare una breve rassegna coll'intento principalmente di porre in rilievo, colla fedeltà che esige la storia, la natura dell'ingegno, l'operosità ed i meriti dell'insigne scienziato che abbiamo perduto. Ma alla serenità del giudizio deve essere associata l'autorità in chi lo pronuncia; ed è perciò che per questa parte specialmente del mio lavoro biografico invoco l'indulgenza dei miei colleghi, dovendo io discorrere di argomenti che si allontanano alquanto dalla cerchia degli studî da me abitualmente professati.

Sulla legge di connessione delle forme cristalline [3].

La legge che esprime il nesso che collega tra loro le svariate forme cristalline di una stessa sostanza era stata esposta o per mezzo degli assi, o per mezzo delle zone. Quintino Sella in una Nota pubblicata nel 1856 e che avrebbe dovuto formar parte integrante della sua Memoria sull'argento rosso, si propose di enunciare la legge di connessione delle forme cristalline in un modo nuovo ed elegante, cioè: per mezzo di un elissoide di cui sono diametri coniugati tre spigoli del cristallo, limitati in lunghezza da una quarta faccia del cristallo medesimo. È in questa Nota che il Sella per il primo coll'aiuto della sola geometria elementare espose il modo di trovare il simbolo di una zona contenente due faccie date, il simbolo di una faccia comune a due date zone e l'equazione di condizione onde una faccia appartenga ad una zona, ed ha dimostrato che le faccie di un cristallo possono essere riferite agli assi di tre zone qualsiansi come ad assi cristallografici.

L'importanza dell'introduzione di questi nuovi metodi di dimostrazione nella

[1] Strüver, *Cenni su alcuni minerali italiani.* Atti dell' Accademia delle scienze di Torino 1867, pag. 395. — vom Rath, *Mineralogische Mittheilungen.* Poggendorff, Annalen, Vol. 135°, pag. 183.

[2] Haidinger, *Sitzungsberichte der K. Akad. der Wissenschaften. Mathem. naturhist.* Classe. Vienna 1858, Vol. 29°, pag. 239.

[3] Il Nuovo Cimento, Vol. IV (1856).

cristallografia teorica fu prima che da ogni altro riconosciuta ed apprezzata dal professore Miller dell' Università di Cambridge, il quale poi seguendo la via aperta dal Sella, estese questi nuovi metodi alla dimostrazione di tutte le più importanti proprietà geometriche dei cristalli (¹).

Ricerche sulla forma cristallina del boro (²).

Nel 1808 Gay-Lussac e Thénard a Parigi, e Davy a Londra isolarono il radicale semplice dell'acido borico sotto forma di una polvere amorfa. Quarantotto anni dopo Wöhler ed Enrico Sainte-Claire-Deville, decomponendo l'acido borico o il fluoruro borico coll'alluminio metallico a temperatura elevata, riuscirono ad ottenere il boro cristallizzato in due stati diversi che ritennero corrispondenti al diamante ed alla grafite (³); ma a motivo della piccolezza dei cristalli e delle loro complicate geminazioni non poterono subito determinarne la forma. Quintino Sella, al quale negli ultimi mesi del 1856 dal prof. Gilberto Govi erano stati consegnati alcuni cristalli di boro adamantino ottenuti nel laboratorio di Deville, si accinse a misurarli dando prova di una rara abilità, giacchè i cristalli avevano per massima dimensione appena un quinto di millimetro. Le sue misure stabilirono che il boro adamantino è dimetrico, ed isomorfo coi cristalli di stagno metallico misurati dal Miller. Sella fece conoscere questo risultato prima sommariamente con una lettera diretta al professere Sénarmont in data del 25 dicembre 1856 e poi dettagliatamente in una Memoria letta all'Accademia delle scienze di Torino il 4 gennaio dell'anno seguente. Le determinazioni goniometriche del Sella furono confermate poscia da Wöhler e Deville sopra cristalli di boro di dimensioni maggiori e più nitidi ottenuti in una seconda preparazione (⁴). Nella riproduzione tedesca ampliata della seconda Memoria di questi due illustri chimici si legge pure che il barone Sartorius di Waltershausen, il quale contemporaneamente al

(¹) *On the application of elementary geometry to cristallography.* Philosophical Magazine. Marzo 1857. — *A Tract. on cristallography designed for the use of students in the University*, by W. H. Miller. Cambridge 1863.

(²) Estratto di una lettera del 25 dicembre 1856 a Sénarmont: Institut 18 febbraio 1857, pag. 49. — Compt. rend. de l'Ac. des Sciences 1857, Vol. 44°, pag. 343. — Erdmann, Journ. f. prakt. Chemie 1857, Vol. 71°, pag. 39. — *Sulla forma cristallina del boro adamantino*, Mem. letta all'Accad. delle scienze di Torino il 4 gennaio 1857. — Mem. di detta Accademia, Serie 2ª, Vol. 17°, pag. 364-368, con 1 tav. — Nuovo Cimento, Vol. 5°, pag. 50-55. — Poggendorf Annalen, Vol. 100°, pag. 646. — In riassunto: Gazzetta Piemontese 1857, n. 9, Torino. Archives de la Bibliothèque univers de Genève. Vol. 34°, pag. 330. — *Sulle forme cristalline del boro adamantino.* Seconda Memoria letta nella seduta del 14 giugno 1857. — Memorie della r. Acccademia delle scienze di Torino, Serie 2ª, Vol. XVII, pag. 493-544 con 2 tav. — Nuovo Cimento. Vol. VII, pag. 1-34. — In riassunto: Gazzetta Piemontese. Torino 1857, n. 145.

(³) Compt. rend. de l'Académie des Sciences 1856, Vol. 43°, pag. 1088.

(⁴) Compt. rend. de l'Académie des Sciences 16 febbraio 1857, Vol. 44°, pag. 342.

Sella si occupava dello studio delle forme cristalline del boro, aveva confermato l'isomorfismo di questa sostanza collo stagno ('). Nei primi mesi dell'anno 1857 il Sella recatosi a Parigi potè esaminare nel laboratorio chimico della scuola normale i prodotti della seconda preparazione del boro, e dalla generosità del Deville ebbe in dono i migliori cristalli, il di cui studio formò l'argomento di una nuova Memoria, molto più ampia della prima, sulle forme cristalline del boro adamantino presentata all'Accademia delle scienze di Torino nella tornata del 14 giugno di quello stesso anno. Dal nuovo esame dei cristalli di boro il Sella conchiuse che il boro adamantino comprende due corpi cristallograficamente diversi. Uno di essi è in cristalli dimetrici identici a quelli descritti nella sua prima Memoria e vi si devono riferire quelle varietà di boro, che analizzate da Wöhler e Deville dimostrarono di contenere quantità relativamente notevoli di carbonio e di alluminio. Il secondo corpo è in cristalli monometrici o monoclini con angoli però vicinissimi a quelli del tipo monometrico ; ad esso secondo Sella appartiene la varietà nera di boro adamantino, che dall' analisi risultava più pura delle altre varietà di boro cristallizzato.

Fu appunto l' interpretazione e la discussione dei risultati delle misure goniometriche dei cristalli di boro che suggerì al Sella due importanti capitoli di cristallografia teorica, che trovansi allegati come note alla sua seconda Memoria sulle forme del boro. Nella prima di queste note si tratta del cangiamento di assi in un sistema cristallino facendosi uso per la prima volta nella cristallografia delle notazioni del calcolo dei determinanti, colle quali il Sella provò che si possono enunciare con eleganza e semplicità molti dei teoremi più importanti della cristallografia. La seconda nota , che è ancora più importante della prima, concerne le proprietà geometriche di alcuni sistemi cristallini. In essa il Sella dimostra colla geometria elementare le seguenti proprietà di quei sistemi cristallini nei quali il prodotto di ciascun parametro per se stesso, o per la proiezione sovra di esso di ogni altro parametro è un numero razionale :

1. Ogni piano perpendicolare ad uno spigolo è faccia possibile, ed ogni retta perpendicolare ad una faccia è spigolo possibile.
2. Il rapporto delle tangenti degli angoli fatti da faccie tautozonali è razionale.
3. In ogni geminato nel quale sia asse di geminazione uno spigolo, o la perpendicolare ad una faccia, ogni faccia dell'un gemello sarà faccia possibile dell'altro gemello.
4. Ogni sistema cristallino ad assi inclinati potrà derivarsi da assi ortogonali.
5. Può assumersi una sfera per elissoide caratteristico della sostanza cristallizzata i di cui parametri soddisfano alla suenunciata condizione.

(') Poggendorff, Annalen d. Phys. u. Chem. Vol. 100°, pag. 639.

6. Se ridotto il tipo cristallino ad assi ortogonali, esso acquista parametri che sieno radici di tre numeri intieri tali, che il prodotto negativo di qualunque di essi sia residuo quadratico del terzo, il tipo cristallino si può derivare dal sistema monometrico.

La proposizione seconda era già stata esposta per alcuni sistemi cristallini da Naumann e Kupffer, ed in tutta la sua generalità da Naumann ma con metodi molto meno semplici di quelli trovati da Sella. Egualmente la proposizione terza era già stata dimostrata per *alcuni* sistemi cristallini da Naumann e Sénarmont. Per la dimostrazione della proposizione sesta, il Sella si valse della soluzione di un importante problema di analisi numerica trovata dall'insigne matematico Angelo Genocchi dell'Università di Torino.

Un mese e mezzo dopo la presentazione della seconda Memoria del Sella alla Accademia delle scienze di Torino, il barone Sartorius di Waltershausen lesse alla Società reale di Gottinga una Memoria diffusa sulle forme cristalline del boro al cui studio, come abbiamo già notato, si era accinto quasi contemporaneamente al Sella [1]. In questa Memoria il cristallografo tedesco, fa rimarcare che per quanto si riferisce al boro dimetrico le sue misure concordano esattamente con quelle del Sella, ma che sono diversi i risultati relativi alla varietà di boro che il Sella ritenne monometrico oppure monoclino. Qui però è da osservarsi che Sartorius conosceva la seconda Memoria del Sella appena da un riassunto troppo compendioso pubblicato dalla Gazzetta piemontese, e che assai probabilmente i due cristallografi eseguirono alcune delle loro determinazioni su cristalli aventi una composizione non identica, essendo stato dimostrato che il diverso modo di preparazione del boro influisce sulle forme de'suoi cristalli.

A proposito di questa divergenza di vedute, tra le carte lasciate dal Sella, e che cortesemente furono messe a mia disposizione dalla sua famiglia, si trovò una copia di lettera indirizzata dal Sella al Sartorius, e che io credo opportuno di qui pubblicare perchè mette in evidenza quale fosse, anche nelle questioni scientifiche, l'integrità di carattere di Quintino Sella.

« Illustre signor barone

« Torino 23 febbraio 1858.

« Da due giorni ho potuto avere la di lei Memoria sul boro, che percorsi avi-
« damente. Vidi col massimo piacere le numerose ed esatte misure che Ella prese,
« e non posso a meno di congratularmi colla signoria V. Illma per l'importante ma-
« teriale con cui arricchisce la Storia del boro.

[1] *Ueber die Krystallformen des Bors.* Abhandlungen der Königl. Gesellsch, der Wissenschaften zu Göttingen, 1857, Vol. 7°, pag. 297-328 con 2 tav.

« Ella avrà ricevuto verso la metà di dicembre la mia Memoria sullo stesso « soggetto che le inviai per la posta, ed avrà scorto come siamo affatto d'accordo « nelle osservazioni che si riferiscono ai cristalli della mia prima tavola, come con- « veniamo pure di distinguere due specie di boro (ove si ammetta che il di lei gra- « fitoide equivalga al mio monometrico?); ma come corra un divario considerevole « in ciò che la S. V. rannoda buona parte dei cristalli della mia seconda tavola al « boro dimetrico.

« Ora siccome la verità è una, come potremo noi porla in tale evidenza, che « ognuno di noi si fermi nella stessa opinione? Veggo che per lo più si intavola una « discussione davanti ai giornali, ma questo mi sembra un cattivo metodo, perchè « conduce i due contendenti spesso a mancarsi del dovuto riguardo, e sempre a « perdere un po' della stima in cui il pubblico li può tenere.

« Quanto a me sono disposto a correggere quandosiasi il mio lavoro, purchè « mi persuada della verità del contrario. V. S. ha dato troppe prove del vivissimo « amore che nutre per la scienza e la verità, per non essere nelle stesse disposizioni. « Io le proporrei quindi che cercassimo di metterci d'accordo collo scambiarci le « nostre obbiezioni ed idee, e col comunicarci gli esemplari studiati ed all'uopo io « farei anche una corsa a Göttingen. Quindi se conveniamo nella stessa opinione, « pubblichiamo insieme il risultato a cui perveniamo. Se non, pubblichiamo a parte, « od insieme (e ciò sarebbe anche più bello) le nostre diverse conclusioni in un colle « ragioni per cui le adottiamo.

« Veramente Ella troverà soverchia la mia arditezza nel proporle di associarsi « meco mentre sì poco avendo fatto fin qui per la scienza, la S. V. le rese i più « segnalati servigi. Ma memore della cortesia colla quale la S. V. mi accolse sul « finire del 1851 e vedendo la gentilezza con cui Ella mi tratta nella di lei Memoria, « mi decisi di scriverle perchè troppo sarei dolente ove per qualunque ragione, e sarà « sempre involontariamente, io venissi a fare atto che le spiacesse.

« Colgo l'occasione per attestarle la mia alta considerazione e dirmi della S. V. « Illm̃a profondo estimatore

« Q. Sella »

Nè tra le carte lasciate dal Sella, nè nella letteratura scientifica mi fu dato di trovare alcun indizio che i due eminenti cristallografi siansi posti d'accordo per rivedere insieme le misure goniometriche intorno alle quali opinavano diversamente.

Ritornando alla seconda Memoria del Sella sul boro adamantino, dirò che essa si chiude con delle considerazioni importantissime che rivelano la grande perspicacia dell'autore.

1. Nel dubbio se i cristalli di boro, che si presentano in lamelle nere con splendore metallico, si debbano ascrivere al sistema monometrico oppure ad una forma monoclina vicinissima per il valore degli angoli alla monometrica, il Sella propendeva per la prima di queste ipotesi la quale, ritenendo i cristalli come puri, trovava secondo lui un grande appoggio nella circostanza che il carbonio ed il silicio, coi quali si credeva allora che il boro avesse una grande analogia di proprietà chimiche e fisiche, possono cristallizzare nel sistema regolare. Però egli non mancò di notare ripetutamente che pur ammettendo l'ipotesi della forma monometrica, i cristalli da lui esaminati, per l'abito delle faccie, per la struttura interna dei cristalli lamellari, per l'azione che esercitano sulla luce polarizzata, fanno nascere dei forti dubbî sulla vera natura del sistema di simmetria al quale questi cristalli si devono riferire.

Le ricerche eseguite quasi venti anni dopo (1876) da Hampe [1] provarono che la varietà nera di boro adamantino non è una sostanza semplice mescolata con piccole quantità di carbonio, ma che è una vera combinazione in rapporti definiti di boro ed alluminio corrispondente alla formola $AlBo_{12}$. Il dottore Groddek che misurò i cristalli ottenuti da Hampe, li trovò monoclini e presentanti le faccie seguenti:

$$\bar{1}11 \;.\; 111 \;.\; 001.$$
$$100 \;.\; hk0 \;.\; hkl.$$

Siccome però egli si limitò ad indicare i simboli delle faccie, senza aggiungere nessuna determinazione angolare, così noi non siamo in caso di giudicare se la forma monoclina da lui trovata sia identica a quella monoclina vicinissimo alla monometrica, alla quale il Sella riferiva i cristalli neri di boro adamantino da lui misurati.

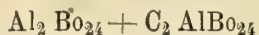
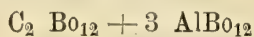
2. Sella riteneva, senza però affermare con sicurezza, che il boro detto grafitoide non fosse altro che il boro monometrico o monoclino allo stato di esili lamelle. Negava però recisamente che questa varietà di boro potesse essere considerata come un omologo del carbonio grafitoide, insistendo sulla necessità di procedere a nuove analisi per conoscerne esattamente la vera composizione. Tutti i chimici sanno che fino dall'anno 1867 lo stesso Wöhler [2] riconobbe che il boro grafitoide è una combinazione di boro ed alluminio a cui spetta la formola $AlBo_2$.

3. Relativamente al boro dimetrico, nella seconda Memoria il Sella si scosta affatto dalla opinione di Wöhler e Deville che lo ritenevano per un corpo semplice solamente mescolato a quantità variabili di carbonio ed alluminio. Per Sella il boro dimetrico è una vera combinazione di più sostanze, e pertanto, rettificando quanto

[1] *Ueber das Bor*, Liebig's, Annalen der Chem. u. Pharm. Vol. 183°, pag. 75-101.
[2] Liebig's, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1867.

aveva asserito nella prima Memoria, ritiene come affatto accidentale il suo isomorfismo collo stagno metallico, e fa inoltre osservare come l'analogia di forme tra questi due corpi non si conservi nei rispettivi geminati. Questa supposizione del Sella sulla natura complessa del boro dimetrico trovò più tardi una piena conferma nel lavoro già citato di Hampe [1], il quale dimostrò che il boro dimetrico è una vera combinazione ternaria di boro, carbonio, ed alluminio corrispondente alla formola $C_2\ Al_3\ Bo_{48}$, che si può anche scrivere nei due modi seguenti:

$$C_2\ Bo_{12} + 3\ AlBo_{12}$$

$$Al_2\ Bo_{24} + C_2\ AlBo_{24}$$

Hampe riferisce pure che Groddek avendo misurato i cristalli di boro dimetrico trovò nulla da aggiungere o variare a quanto sulla loro forma aveva già pubblicato venti anni prima il Sella.

Pertanto mentre i chimici attualmente non riconoscono più altro boro all'infuori di quello isolato nel principio di questo secolo da Gay-Lussac e Thénard, mentre le analogie tra il boro, il carbonio ed il silicio non furono in massima parte confermate, rimangono inalterati nella scienza i risultati degli studî cristallografici del Sella, colla sola differenza che bisogna riferirli a corpi composti piuttostochè ad una sostanza semplice. Ad onore dell'insigne mineralogo italiano, bisogna pur riconoscere come egli partendo da considerazioni puramente cristallografiche abbia saputo prevedere la natura complessa del boro cristallino, che la chimica ha poi molto tempo dopo sperimentalmente dimostrato.

Ricerche sulle forme di alcuni composti ammoniacali del platino [2].

Facendo agire l'ammoniaca sul cloruro platinoso Magnus ottenne nel 1828 un composto, che nella scienza porta ancora il suo nome [3], e divenne il punto di partenza di una serie importantissima di combinazioni intorno alle quali si esercitò l'ingegno di Gros, Reiset, Peyrone, Raewsky, Gehrardt, Blomstrand e Clève. Nel 1840 Reiset [4] per l'azione prolungata dell'ammoniaca sul sale verde di Magnus

(1) Hampe, l. c. p. 98.

(2) *Sulle forme di alcuni sali di platino a base di platinodiammina.* Memoria della R. Accad. delle scienze di Torino, Serie 2ª, Tomo XVII, pag. 337-363 con 1 tav. — Nuovo Cimento, Vol. V° (1857) pag. 81-107. — In riassunto; Archives des sc. phys. et nat. de Genève, Vol. 34°, pag. 330. — C. F. Rammelsberg, *Handbuch der Krystallographisch-physikalischen Chemie.* Leipzig 1881; 1ª parte, pag. 270, 375 e 445.

(3) *Ueber einige Verbindungen des Platinchlorurs.* Poggendorff, Annalen. Vol. XIV, pag. 239-242.

(4) *Sur les combinaisons de deux nouvelles bases alcalines contenant du platine.* Ann. de Chim. et de Phys. 3ª serie, Vol. 11°, pag. 417-433.

ottenne il cloruro di platosodiammonio e da questo una serie di altri sali della stessa base platinica. Quasi contemporaneamente il prof. Michele Peyrone di Torino ottenne dei corpi aventi un'identica composizione di quelli del Reiset, partendo non già dal sale verde di Magnus ma dal suo isomero giallo (cloruro di platoso-ammonio) [1]. Siccome Peyrone avea notato delle differenze in alcune delle proprietà fisiche delle due serie di sali, così egli riteneva come cosa molto probabile che esse non fossero identiche, ma isomere come lo sono il sale verde ed il sale giallo da cui esse rispettivamente derivano. Per schiarire questo punto controverso della storia delle basi platiniche nulla di meglio valeva che l'esame cristallografico dei due gruppi di sali; il Sella lo intraprese e conchiuse per la loro identità. La Memoria che il Sella presentò su questo argomento all'Accademia delle scienze di Torino nella tornata del 21 dicembre 1856, contiene la minuta descrizione delle forme cristalline del cloruro, del nitrato e del solfato di platosodiammonio. La misura dei cristalli di questo ultimo sale fu molto tempo dopo ripetuta prima da Topsäe [2] e poi da Nordenskiöld [3], con risultati concordanti con quelli ottenuti dal cristallografo italiano.

Sella considerando l'isomorfismo del solfato di platosodiammonio col solfato, col seleniato e col cromato di argento ammoniacale, conchiude che assai probabilmente si dovrà ottenere una serie di sali ammoniacali di argento isomorfi coi sali di platosodiammonio. Questa asserzione trovava un forte appoggio nelle teorie allora dominanti sulla costituzione delle combinazioni chimiche, secondo le quali le molecole dei solfati di argento diammonio e di platosodiammonio devono contenere un numero eguale di equivalenti. Ma attualmente ritenendo noi l'argento come un radicale monovalente, e come divalente il platino nei composti platinosi, le molecole dei due sali conterrebbero un numero diseguale di atomi, e pertanto il loro isomorfismo deve essere considerato come accidentale.

D'altra parte un anno dopo la pubblicazione della Memoria del Sella, Marignac ha trovato [4] che il nitrato di argento diammonio è trimetrico, mentre è monoclino il nitrato corrispondente di platosodiammonio.

[1] *Ueber die Einwirkung des Ammoniaks auf Platinchlorur.* Annalen der Chemie und Pharmacie, Vol. 51°, pag. 1.

[2] Sitzungsberichte de K. Ak. d. Wissenschaften. Mathem. naturwissensch. Classe. Vol. 66° (1872) p. 17.

[3] Bihang till. k. Swenska Vetenskaps Akad. Handlingar. Stokholm 1873. — Kristallografiska Bidrag. pag. 9.

[4] *Recherches sur les formes cristallines et la composition chimique de divers sels.* Deuxième mémoire. Annales des Mines. 5ª serie, Vol. 12° (1857) p. 1-74.

Ricerche sulle forme cristalline di alcuni sali derivati dall'ammoniaca [1].

Scomponendo colla potassa gli eteri cianici, A. Wurtz ottenne nel 1849 [2] una nuova serie di composti aventi proprietà basiche, e che egli per il primo considerò costituiti come la molecola dell'ammoniaca nella quale l'idrogeno era totalmente o parzialmente sostituito da radicali alcoolici. Fu questa per certo una delle più importanti scoperte della chimica moderna, perchè servì di fondamento alla teoria dei tipi, e diede nello stesso tempo un impulso grandissimo alle ricerche sulle basi artificiali, per le quali più di ogni altro si illustrava uno dei più celebrati chimici viventi. A. G. Hofmann, riprendendo nel 1857 insieme a Cahours uno studio appena iniziato dieci anni prima con altri intenti da Paolo Thénard sull'idrogeno fosforato, mise in evidenza l'analogia delle proprietà chimiche del fosforo con quelle dell'azoto e riescì a produrre delle fosfâmmine. Continuando poi da solo queste ricerche, tre anni dopo pubblicò un memorabile lavoro nel quale, oltre alle combinazioni ammoniacali monoatomiche del gruppo della serie del fosforo e dell'arsenico, descrisse una serie di ammine poliatomiche dello stesso gruppo e di quello misto detto da lui gruppo dei composti fosfo o arsennammonici, secondochè l'azoto del tipo ammonio era parzialmente sostituito dal fosforo o dall'arsenico.

Per rendere più importante e completa la descrizione delle combinazioni da lui scoperte, Hofmann pregò il Sella di intraprenderne lo studio cristallografico. I risultati delle determinazioni delle forme cristalline dei composti ammonici comunicatigli dal chimico tedesco formano l'argomento di una Memoria che il Sella lesse all'Accademia delle scienze di Torino nelle due tornate del 17 giugno 1860 e del 20 gennaio 1861.

In pochi altri lavori di cristallografia come in questo si è dimostrata l'importanza che ha lo studio cristallografico per l'interpretazione della costituzione molecolare dei corpi. L'autore fa giustamente osservare che le combinazioni del carbonio, le quali possono per lievi e graduali differenze passare dall'una all'altra, molto più dei composti minerali si prestano a studiare il problema del legame che unisce la composizione chimica di un corpo alla sua forma geometrica e ad altre sue proprietà fisiche.

Le combinazioni fosfo ed arsenammoniacali studiate dal Sella sono ventidue; per tredici di queste alla descrizione dettagliata delle misure goniometriche, a secondachè

[1] Memorie della R. Acc. delle scienze di Torino. Serie 2ª, Vol. 20°, pag. 355-421 con 5 tav. Annales de Chimie et de Physique. Serie 3ª, Vol. 62°, pag. 385. — Serie 3ª, Vol. 63°, pag. 257. — Serie 3ª, Vol. 64°, pag. 110. — In riassunto: Rammelsberg, *Handbuch der krystallographisch-physikalischen Chemie.* Leipzig 1882, 2ª parte, pag. 312, 344, 387, 433, 451, 475, 481.

[2] *Sur les ammoniaques composées.* Ann. de Chim. et de Physique, Serie 3ª, Vol. 30°, pag. 443.

lo consentivano la perfezione dei cristalli, va unita quella più o meno completa delle proprietà ottiche. Anche in questo lavoro si mostrò importantissimo l'esame dei caratteri ottici giacchè senza di esso sarebbero state descritte come trimetriche, invece che come monocline, le tre combinazioni seguenti: la trietilallilsolfurea fosforata, il cloroplatinato di etilenenantildifosfonio, e la combinazione del joduro di zinco coll'ossido di trietilfosfina.

Nella seconda parte della sua Memoria Sella considera e discute le analogie che esistono tra le forme dei corpi da lui descritti e quelle di altri composti ammoniacali omologhi. Delle conclusioni che l'autore dedusse da questo raffronto sono importanti assai le seguenti, perchè confermano le idee di Hofmann sulla costituzione molecolare delle sostanze da lui scoperte.

1. La trietilfenilsolfurea fosforata e la trietilallilsolfurea fosforata presentano una grande analogia di forme colla tiosinnamina, colla quale sono pure simili per le proprietà chimiche.

2. Il ioduro di tetraetilfosfonio, come il ioduro d'argento cristallizza in romboedri assai prossimi al cubo. Ciò conferma il fatto già avverato in altre combinazioni, che l'equilibrio delle molecole di un corpo poco si cangia quando ad un atomo di un radicale semplice si sostituisce un gruppo complicatissimo di atomi, ma avente una eguale funzione chimica ed un egual grado di valenza.

Le misure goniometriche eseguite dal Sella sulle combinazioni scoperte da Hofmann non furono, almeno per quanto mi consta, finora ripetute da altri cristallografi.

Sulla forma cristallina del tungstato di didimio (1).

La costituzione molecolare dei composti dei metalli della cerite fu in questi ultimi anni ed è tuttora oggetto pei chimici di lunghe discussioni, e ciò che è più importante, di molti lavori sperimentali. Alcuni ritengono che il cerio, il didimio ed il lantanio sono bivalenti come il calcio ed il piombo; per altri invece i metalli ora nominati avrebbero un grado di valenza eguale a quella del ferro nei composti ferrici. Chi è versato negli studî di chimica generale comprende facilmente come le considerazioni basate sull'isomorfismo e per conseguenza le determinazioni

(1) Della Nota che Quintino Sella lesse su quest'argomento all'Accademia dei Lincei nella tornata del 1° dicembre 1878, fu finora pubblicato appena un riassunto nel vol. III (serie 3a) pag. 26 dei Transunti dell'Accademia, ed un breve estratto nel vol. 3° pag. 631 del Groth, Zeitschrift für d. Krystallographie. — La Nota originale ritrovata nei manoscritti lasciati dal Sella verrà integralmente pubblicata nella raccolta dei principali lavori di mineralogia dell'illustre cristallografo italiano edita per cura della presidenza della R. Accademia dei Lincei.

cristallografiche abbiano un grande valore nella decisione di tale controversia. Ora Quintino Sella avendo potuto esaminare dei piccoli cristalli di tungstato di didimio prodotti artificialmente, trovò che essi sono isomorfi colla scheelite e colla stolzite, e che per conseguenza è fondata l'opinione di quei chimici che assegnano al didimio una valenza eguale a quella del calcio e del piombo. L'illustre cristallografo italiano potè confermarsi in questa opinione coll'esame di cristalli di tungstato di cerio, di cui però non pubblicò i risultati. Tra le carte lasciate da Sella e che mi furono gentilmente comunicate dalla sua famiglia, trovansi colla data: Roma 10 marzo 1880, le annotazioni seguenti sulle misure da lui eseguite sul tungstato di cerio:

Angolo degli spigoli culminanti.

In un primo cristallo.	In un secondo cristallo.
79°,59′	80°,30′
80°,31′	
80°,37′	

Angolo degli spigoli basali.

In un primo cristallo	In un secondo cristallo
48°,27′	48°,28′
49°,04′	48°,26′
47°,53′	

Dopo la morte del Sella, l'isomorfismo delle combinazioni del cerio e del didimio con quelle corrispondenti del piombo venne nuovamente confermato da Friedel per il molibdato di didimio e per il molibdato misto di piombo e di didimio (¹), e dall'ingegnere La Valle nel Museo mineralogico dell'Università di Roma con ricerche ancora inedite eseguite sulla forma cristallina del molibdato di cerio.

Studii sulla mineralogia sarda (²).

La prima Memoria di cristallografia pubblicata da Sella e presentata all'Accademia delle scienze di Torino nella tornata del 1° luglio 1855, contiene lo studio accurato di importanti aggruppamenti regolari di cristalli di carbonati romboedrici (calcite e dolomite), di quarzo e di pirite. Con questo studio si proponeva d'iniziare

(¹) Compt. rend. de l'Ac. des Sciences (1884) Vol. 98°, pag. 990. — Transunti della R. Accademia dei Lincei, serie 3ª, Vol. VIII.

(²) Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino. Serie 2ª, Vol. 17°, pag. 289-336 con 8 tavole.

una lunga e non interrotta serie di ricerche sui minerali cristallizzati del Piemonte, non prevedendo allora che la parte attivissima che gli era serbata nella nuova vita politica del suo paese, gli avrebbe impedito di attendere indefessamente agli studî mineralogici.

I nuovi geminati descritti da Sella in questo suo primo lavoro sono i seguenti:

Geminazione di una calcite di Traversella di cui è asse $[\bar{1}22]$.

Geminazione di quarzo d'ignota provenienza ad asse $[001]$, oppure $[\bar{1}22]$.

Geminazione di quarzo di Traversella ad asse $[102]$.

Geminazione di quarzo del Delfinato di cui è asse la normale a $25\bar{1}$.

Geminazione di pirite di Valdieri e Traversella ad asse $[110]$.

Come appendice a questa Memoria trovasi la descrizione di modi di aggruppamenti già conosciuti e da Sella osservati in diversi calcari romboedrici del Piemonte, studiando i quali egli scoprì sei faccie nuove, cioè: i romboedri $7\bar{2}\bar{2}$, e 554 e lo scalenoedro $50\bar{3}$ nella dolomite; il romboedro $13.\bar{5}\bar{5}$ e gli scalenoedri $16.10.\bar{1}\bar{1}$, $64\bar{5}$ nella calcite.

Sulla forma cristallina della Meneghinite [1].

Il prof. E. Bechi scopriva nel 1852 nella miniera del Bottino in Toscana un nuovo minerale avente una composizione corrispondente alla formola $Pb_4\ Sb_2\ S_7$ [2] al quale dava il nome di meneghinite. Nella tornata del 3 gennaio 1862 Quintino Sella lesse all'Accademia delle scienze di Torino gli ultimi due capitoli di un suo lavoro intitolato: *Studî sulla mineralogia italiana*, ed in uno di essi egli fece conoscere per la prima volta le forme cristalline della meneghinite. Di questa lettura ci rimane però appena un breve riassunto compilato dallo stesso autore per la Gazzetta Ufficiale del regno d'Italia, giacchè la Memoria originale non venne mai pubblicata nei volumi degli Atti dell'Accademia. Secondo le misure del Sella il nuovo minerale della miniera del Bottino è trimetrico e pertanto isomorfo colla jordanite colla quale presenta una perfetta analogia di composizione chimica.

La determinazione della forma cristallina della meneghinite fatta dal Sella, fu contestata da vom Rath [3], il quale asserì che questo minerale dovesse essere considerato come monoclino, ritenendo che l'apparente simmetria rombica potesse essere spiegata

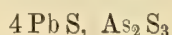
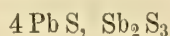
[1] Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia, 1862, n. 10. — Kenngott, *Uebersicht der mineralog. Forschungen* 1862.

[2] Continuazione degli Atti dei Georgofili, Vol. 30° (1852) pag. 84. — Sillimann's, American Journ., Vol. 14°, pag. 60.

[3] *Ueber den Meneghinit von der Grube Bottino in Toscana.* Poggendorff Ann. Vol. 132°, p. 372.

come il risultato di una geminazione sulla faccia 100. Quantunque l'opinione del dotto mineralogo tedesco fosse appoggiata anche da misure eseguite da Hessenberg, tuttavia non si poteva negare ai risultati ottenuti da Sella l'autorità dovuta all'abilità grandissima già da lui manifestata in misure di cristalli piccolissimi ed imperfetti, ed appoggiata eziandio sulla composizione chimica del minerale che era stata ripetutamente confermata da analisi di Frenzel [1] e di Hofman [2]. Pertanto il prof. Groth colpito appunto dalla analogia di composizione delle meneghinite colla jordanite osservò che si potrebbero agevolmente ritenere come isomorfi i due minerali, giacchè i cristalli di meneghinite ritenuti monoclini da vom Rath si possono ricondurre ad un rapporto assiale rombico corrispondente a quello della jordanite [3].

Nuove ricerche eseguite quasi contemporaneamente a Londra ed a Buda-Pest nel 1883 sulla forma cristallina della meneghinite hanno incontestabilmente confermato le antiche determinazioni del Sella. Alessandro Schmidt [4], appoggiandosi ai risultati di misure goniometriche fatte dal dottor G. Krenner su cristalli bene formati provenienti dal Bottino, osserva come i due minerali, meneghinite e jordanite, hanno una composizione che corrisponde alle formole:

$$4\,PbS,\ Sb_2S_3$$
$$4\,PbS,\ As_2S_3$$

Questo isomorfismo già intraveduto da Sella e da Groth non poteva essere prima affermato con sicurezza, giacchè, mentre la simmetria trimetrica della jordanite era da tutti accettata, quella del minerale della Toscana era stata messa in dubbio in seguito alle misure di vom Rath che lo riteneva monoclino. A. Miers [5], il quale ebbe l'opportunità di esaminare i bei campioni di meneghinite toscana del Museo britannico e della collezione Ludlam, in una Memoria letta alla società cristallogica di Londra il 8 luglio 1883 comunicò il risultato di misure molto più numerose di quelle del Krenner. Anche da queste ricerche risulta pienamente confermato quanto sul sistema cristallino della meneghinite aveva venti anni prima affermato il Sella.

(1) *Ein neuer Fundort des Meneghinit.* Poggendorff Ann. Vol. 141°, pag. 443.

(2) Comunicazione inedita del prof. W. Hofmann a Quintino Sella.

(3) *Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen*, 2ª ediz. Braunschweig 1882, pag. 29.

(4) *Zur Isomorphie des Jordanit und Meneghinit.* Zeitschr. fur Krystall. u. Mineralogie. Vol. 8° (1884) pag. 613.

(5) *On the crystalline form of Meneghinite.* Journ. of the mineralogical Society. Vol. 4°, n. 26 (febbraio 1884) pag. 325.

Sulla Savite ([1]).

Un venerato nostro collega, il prof. Meneghini dell'Università di Pisa, scopriva nel 1852 nelle roccie serpentinose di monte Caporciano in Toscana un minerale che egli, basandosi sui risultati dell'analisi eseguita dal prof. Bechi, descrisse come una specie nuova assegnandogli il nome di *savite* ([2]). Questo minerale fu da principio ritenuto come dimetrico; ma Sella avendo avuto l'occasione di misurare dei cristalli di savite della Toscana fece conoscere che questa sostanza è trimetrica ed affatto isomorfa colla natrolite. L'opinione del Sella fu generalmente accettata dai mineralisti ([3]), e confortata anche dal risultato di nuove determinazioni di alcune proprietà fisiche di questo minerale eseguite dal prof. D'Achiardi ([4]).

Se si confronta però la composizione della savite, tale quale risulta dall'analisi del Bechi, con quella della natrolite, vi si nota una differenza relativamente considerevole in quantochè nel minerale della Toscana gran parte della soda sarebbe sostituita dalla magnesia.

Per spiegare questo divario di composizione, Sella riteneva che la savite fosse una natrolite magnesiaca, oppure che la magnesia derivasse da serpentina contaminante il campione del minerale analizzato da Bechi. Il prof. D'Achiardi ([5]) non ammette questa seconda ipotesi, che per me è la più probabile, perchè una nuova analisi della savite eseguita dal dottor Francesco Stagi sopra cristalli puri, condusse a risultati che confermarono l'analisi precedente. Senza voler punto infirmare l'esattezza delle indagini analitiche finora eseguite, credo che lo studio chimico della savite merita di essere nuovamente intrapreso, giacchè finora la scienza non possiede alcun fatto ben accertato che provi che un metallo bivalente come il magnesio possa sostituire il sodio in composti isomorfi.

Sulle forme cristalline dell'anglesite di Sardegna ([6]).

Appena ritornato dalla scuola delle miniere di Parigi, il Sella si era accinto allo studio cristallografico della anglesite di Sardegna. Ma prima altre ricerche mineralogiche, e poi le occupazioni della vita politica lo obbligarono ad interrompere le indagini

([1]) Nuovo Cimento, vol. 7° (1858) pag. 225-228 — Lettera al cav. Sismonda letta all'Accademia delle scienze di Torino il 2 marzo 1856.

([2]) Mineralogical Notices. A lettre to J. D. Dana. (New Haven). — Silliman American Journ. of Science. Serie 2ª, Vol. 14°, pag. 64.

([3]) Dana, *System of mineralogy*, 5ª ediz. (1864) pag. 426.

([4]) *Mineralogia della Toscana* (Pisa 1873) Vol. 2°, pag. 141.

([5]) L. c.

([6]) *Delle forme cristalline dell'anglesite di Sardegna.* Sunto della prima parte di una Memoria. Transunti della R. Accademia dei Lincei, Serie 3ª, vol. III.

iniziate, nelle quali ebbe fin da principio campo di scoprire nell'anglesite molte forme non ancora descritte.

Verso l'anno 1876 intraprese la revisione delle antiche sue determinazioni su quelle forme di anglesite che nel frattempo non erano state pubblicate da altri mineralogi, e cominciò lo studio degli esemplari di questo minerale posseduti dai musei italiani, proponendosi di pubblicare su questo argomento un lavoro esteso. In questo lavoro alla descrizione delle nuove forme osservate da lui dovevano andare unite delle considerazioni intorno ai rapporti fra la grandezza delle forme e la loro frequenza.

Un sunto della prima parte di questo lavoro venne letto all'Accademia dei Lincei nella tornata del 9 aprile 1879. In esso il Sella dopo avere esposto in un prospetto le 44 forme che nell'anglesite di Sardegna erano già state fatte conoscere da altri cristallografi, ne descrive 38 nuove da lui trovate negli esemplari della propria collezione ed in quelli dei musei della scuola degli ingegneri di Torino, e delle università di Roma e di Bologna.

Le nuove forme osservate dal Sella sono le seguenti:
520; 740; 430; 10.9.0; 9.10.0; 780; 790; 580; 106; 107; 2.0.15; 108; 1.0.15; 1.0.22; 029; 0.1.16; 11.12.2; 10.11.2; 9.10.2; 892; 782: 562; 126; 781; 671: 561; 792; 143; 131; 295; 1.11.13; 168; 146; 8.10.1; 7.10.1; 236; 331; 1.10.20.

Sgraziatamente Sella non potè pubblicare nemmeno in riassunto la seconda parte del suo lavoro, che sarebbe riuscita certamente molto importante perchè doveva contenere la descrizione di altre forme dell'anglesite sarda e uno studio sulle relazioni tra la frequenza delle diverse forme e la loro grandezza. Tra le carte da lui lasciate si è trovato un esemplare a stampa del riassunto della prima parte della sua Memoria sull'anglesite con intercalati dei fogli nei quali di sua mano sono scritte parecchie aggiunte redatte già in modo da poter essere pubblicate [1]. Da queste aggiunte risulta che alle forme nuove dell'anglesite di Sardegna trovate da Sella devonsi aggiungere le tre seguenti:

154; 510; 101.

Tra i più importanti lavori scientifici di Quintino Sella devono pure essere comprese due sue relazioni sul valore di Memorie presentate all'Accademia delle scienze di Torino. Queste relazioni si distinguono non solo per il modo con cui sono redatte,

[1] Queste aggiunte manoscritte vennero introdotte nella ristampa delle più importanti Memorie di Quintino Sella, eseguita per cura della presidenza dell'Accademia dei Lincei.

ma eziandio perchè contengono osservazioni e considerazioni originali di molta importanza. In ordine di tempo la prima di queste relazioni concerne il classico lavoro del nostro collega Arcangelo Scacchi sulla *poliedria delle faccie dei cristalli* ([1]); in essa Sella espone una sua ingegnosa ipotesi diretta a spiegare le perturbazioni nella forma delle faccie dei cristalli, che egli ebbe campo di osservare nell'argento rosso, che come abbiamo già ricordato, formò argomento di una delle sue prime ricerche scientifiche.

Nella seconda relazione ([2]), che a mio parere è ancora più pregevole della prima, Sella sottopose ad una varia ed acuta analisi gli interessanti risultati che un altro nostro collega, il prof. Giovanni Strüver, ottenne dallo studio cristallografico di ben 5317 campioni di piriti dell'isola d'Elba, di Brosso e di Traversella, e ne dedusse considerazioni importantissime di cristallografia generale sulla frequenza relativa delle varie forme semplici, che diversamente combinate formano i cristalli di pirite, e sulle relazioni delle forme cristalline coi giacimenti; argomenti che il Sella prediligeva e sui quali proponevasi di ritornare ultimando il suo lavoro sull'anglesite della Sardegna ([3]).

IV.

Sella provò in parecchie occasioni di essere oltrechè negli studî mineralogici, profondamente versato anche nella geologia. Verso l'anno 1861 per incarico avuto dal Ministro Cordova, dopo avere visitato i principali Istituti geologici d'Europa, elaborò un progetto per la formazione della carta geologica italiana. La dotta sua relazione ([4]) che accompagnava questo progetto fu molto lodata anche da coloro che non concordavano intieramente colle sue idee, e tutti poterono riconoscere come egli avesse ben compreso quali sieno tutti i requisiti necessarî per formare un buon geologo

([1]) Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino. Serie 2ª, Vol. 20°, pag. 115. — *Notizie storiche relative ai lavori fatti negli anni 1860 e 1861.*

([2]) Relazione sulla Memoria di Giovanni Strüver, intitolata: *Studi sulla pirite del Piemonte e dell'Elba.* Atti della R. Accademia delle scienze di Torino, Vol. IV, pag. 285.

([3]) Le altre pubblizazioni del Sella aventi carattere scientifico e non accennate in questa biografia, sono le seguenti: *Teoria e pratica del regolo calcolatore.* Torino, Stamperia Reale, 1859. — *Lettera intorno alla scoperta di due nuovi metalli* (cesio e rubidio) *contenuti nei minerali elbani Castore e Polluce.* Atti della R. Accademia delle scienze di Torino 1869. — *Sui giacimenti metalliferi della Sardegna.* Bollettino del Comitato geologico italiano, 1871. — *Sulle condizioni dell'industria mineraria nell'isola di Sardegna.* Relazione alla Commissione parlamentare d'inchiesta. Firenze 1871. — *Sulla esistenza del realgar e dell'orpimento nei monti di S. Severo, Provincia di Roma.* Atti della R. Accademia dei Lincei 1877.

([4]) *Sul modo di fare la Carta geologica del Regno d'Italia.* Relazione al Ministro d'Agricoltura e Commercio. Atti della Società italiana delle scienze naturali (Milano 1863), Vol. IV, pag. 265.

operatore. Le proposte del Sella accettate dal Ministro stavano per essere effettuate, quando egli assunto al Ministero delle Finanze preoccupato delle ristrettezze in cui versava l'erario pubblico, fermo nel proposito di tutto sagrificare all'economia, lo applicò per primo all'opera sua sopprimendo dal bilancio ogni fondo necessario per intraprendere i primi lavori della carta geologica. Tale provvedimento suggerito dal sentimento del dovere che in lui fu sempre fortissimo, fu con ragione lamentato da tutti i geologi italiani e anche da quelli che come il Giordano ed il Gastaldi gli furono amicissimi. Però ciò non gli impedì di promuovere e favorire in seguito le ricerche geologiche, che nelle diverse parti d'Italia si eseguivano per iniziativa privata. Egli stesso due anni dopo intraprese lo studio delle condizioni geologiche di una delle più interessanti regioni alpine. Per l'occasione del congresso dei naturalisti italiani che doveva riunirsi in Biella nell'autunno del 1864, sciegliendosi a collaboratori Gastaldi e l'ingegnere Giacinto Berutti, in pochi mesi di fatiche rese solo tollerabili dal risoluto volere, preparò una carta geologica del Biellese, la quale fu per l'Italia il primo saggio di un rilievo geologico eseguito su di una grande scala.

La breve relazione illustrativa di questa carta (¹) è tutta opera sua, e da geologi autorevoli fu giudicata pregevolissima perchè l'autore seppe coraggiosamente correggere e distruggere quanto di esagerato e di falso trovavasi nelle ricerche anteriori del Sismonda; e seppe pure superare molte delle gravissime difficoltà che presentava l'interpretazione delle condizioni geologiche del Biellese, dove come è noto trovansi riunite le più svariate roccie cristalline. Il Sella, più del vero che di se stesso amico, non riteneva perfetto quel suo lavoro, e confortato dai più recenti progressi della petrografia, stava per accingersi a rifare lo studio geologico del Biellese, quando la morte immaturamente lo colpiva.

Per la storia della scienza è importante di notare che fu appunto il rilievo geologico del Biellese la causa che formò nella mente del Gastaldi il proposito di intieramente dedicarsi allo studio geologico delle Alpi occidentali, del quale studio l'Accademia dei Lincei potè in più d'una occasione ammirare gli importantissimi risultati.

Nè a ciò solamente si limitò la benefica influenza che il Sella ha esercitato sulla carriera scientifica dell'illustre geologo piemontese. È certo che se le idee innovatrici del Gastaldi, propugnatore ardente della teoria delle cause attuali nella interpretazione dei fenomeni geologici, hanno potuto farsi strada a traverso le teorie antiquate della scuola del Beaumont, le quali regnavano e qualche volta tiranneggiavano nel Piemonte, lo si deve in gran parte all'appoggio autorevolissimo del Sella, senza del

(¹) *Sulla costituzione geologica e sull'industria del Biellese.* Biella 1864. Discorso d'apertura al congresso dei naturalisti italiani in Biella 1864. Milano, Atti della Società italiana delle scienze naturali, Vol. VII, pag. 55.

quale il Gastaldi non avrebbe così facilmente conseguito la meritata cattedra di geologia in un Istituto Superiore. Giustizia vuole che aggiunga che l'appoggio del Sella non fece mai difetto agli altri geologi italiani i quali, avendo seguito con egual ardore del Gastaldi i progressi della scienza, pure non ne dividevano tutte le opinioni. Anzi, quando il Gastaldi spinse le sue teorie fino a negare in modo assoluto che roccie eruttive vi fossero nelle alpi, non dissimulò il suo dissenso. A lui come alla maggior parte degli altri geologi italiani non sembrava dimostrata nelle antiche epoche geologiche ogni interruzione nell'interno della terra, mentre ancora oggidì la si vede nei vulcani ed il telescopio ce la dimostra negli astri non ancora solidificati (1).

Quintino Sella, considerato come geologo, ci porge inoltre l'esempio di uno scienziato sempre imparziale e zelante seguace d'ogni vero progresso. Il microscopio che fino a questi ultimi anni fu quasi esclusivamente limitato alle ricerche biologiche, ora è divenuto uno strumento indispensabile anche al geologo. È noto come le osservazioni e le scoperte di Sorby, Vogelsang, Zirkel, Rosenbusch, Fouqué e Levy e di altri abbiano mutato l'aspetto della petrografia, contribuendo anche a meglio svelare le graduali transizioni delle diverse forme di roccie, della cui origine e metamorfosi troppo spesso si è discusso dai geologi senza conoscerne l'esatta composizione mineralogica. Sella accolse subito senza diffidenza, anzi con entusiasmo, il nuovo indirizzo dato alle ricerche petrografiche, ed ha eccitato a seguirlo gli studiosi italiani. Egli stesso si fece ad intraprendere lo studio di sezioni sottili su quel melafiro del Biellese la cui origine, oggetto di molte discussioni tra lui e il Gastaldi, è ancora un problema insoluto. È in base a questi studî, dei quali pur troppo non si è potuto trovar traccia nei suoi manoscritti, ed a quelli eseguiti su altre roccie, che egli voleva, come ebbi già l'occasione di dire, rifare la carta geologica del Biellese.

Questo compiacersi di impreveduti progressi della scienza, anche quando sono destinati a distruggere teorie che abbiamo accarezzato, ed a modificare radicalmente lavori ai quali andava unito il nostro nome, costituisce un merito pur troppo non comune. Spesso ci accade di abbatterci in scienziati eminenti, ma autoritarî che non vogliono più discutere sinceramente con loro stessi le teorie una volta abbracciate, e molto meno ascoltare le obbiezioni che loro si oppongono dagli altri. Il rapido avanzamento nelle scienze trova per qualche tempo un grave ostacolo in alcuni di quegli stessi che già contribuirono eminentemente a farle progredire. La verità di questa affermazione, che a prima giunta potrebbe sembrare paradossale, trova la sua

(1) Q. Sella, *Cenno necrologico intorno Bartolomeo Gastaldi.* Transunti della R. Accademia dei Lincei, Vol. III, 1879.

dimostrazione nella storia di varie scienze. Limitandoci a quella della cristallografia, troviamo che Romé dell'Isle, il primo che abbia dato corpo di scienza alle determinazioni cristallografiche, vedendo che dove egli già teneva il campo sorgeva vittorioso il grido di Hauy, nella seconda edizione del suo trattato di cristallografia parla con acrimonia delle grandiose scoperte del suo emulo. Questi alla sua volta temendo a torto che la gloria delle sue scoperte potesse essere diminuita da quella delle leggi dell'isomorfismo trovate da Mittscherlich, non volle mai riconoscerle, anzi si sforzò di diminuirne l'importanza e di contestarne l'esattezza. Il grande chimico di Berlino accumulò inutilmente le prove e gli esempî che affermavano la verità dell'isomorfismo; Hauy morì nel 1822 senza aver nulla mutato nelle sue convinzioni.

È un carattere delle scienze positive di sempre progredire; il genio si rinnova senza mai morire. Ammiriamo, aiutiamo questo progresso confortandoci col pensiero che la gloria di chi ha fatto progredire la scienza fino ad un dato punto, non sarà mai diminuita ed offuscata da quella riserbata a colui che partendo da questo punto la fa avanzare più oltre.

V.

Le ardite ascensioni alle più ardue cime delle nostre montagne intraprese ripetutamente dal Sella, contribuirono a rendere popolare il suo nome. Si ammirerà sempre lo schietto entusiasmo col quale descriveva ed eccitava a godere lo spettacolo sublime che offre la salita delle Alpi. « Giova qualche volta, disse egli in un discorso politico [1], lasciare il livello delle paludi per sollevarsi sulle cime alpine e di là contemplare la magnificenza delle bellezze della natura e la maestà de' suoi orrori, ove l'animo si innalza ai pensieri del bello, del buono, del grande; ove al credente dice il Vangelo: ama il tuo prossimo come te stesso; ove al positivista dice Darwin: tra due specie vince quella in cui l' individuo si sagrifica alla razza. Ivi si sente che il cittadino si deve alla patria sua e che la virtù del sagrificio è la principale su cui si fonda la grandezza e la prosperità delle nazioni ».

Giovanissimo superò le maggiori vette del Monte Rosa; cinquantenne ascese il Cervino dal versante italiano; lo scopo dell' ultima sua salita fu il Monte Bianco. Di tutte le sue ascensioni alpine la più memorabile fu certamente quella del Monviso (1863) che egli intraprese insieme a Baracco ed al conte Saint-Robert, perchè da essa

[1] Discorso pronunciato la sera del dì 8 gennaio 1880 nella Associazione costituzionale di Napoli.

ebbe origine il club alpino italiano [1]. Il caloroso eccitamento che il Sella rivolse allora ai giovani italiani di collegarsi allo scopo di visitare e studiare le Alpi fu prontamente ascoltato. Due mesi dopo la salita al Monviso, trenta socî fondatori costituirono in Torino il club alpino italiano, il quale ora annovera quasi quattromila socî sparsi in tutte le parti d' Italia. L'alpinismo però sarebbe ben poca cosa se dovesse limitarsi esclusivamente ad un esercizio salutare del corpo. Importa che esso sia coordinato anche a scopi educativi e scientifici appunto come era nella mente del suo illustre fondatore. Leggendo la descrizione della salita al Monviso si rimane maravigliati non solo per il racconto delle difficoltà arditamente superate, ma eziandio per la copia e la varietà delle importanti osservazioni che vi sono registrate. — Quando si ricorda che la più elevata cresta del Grande Cervino fu superata dal versante meridionale per la prima volta da un modesto ed intrepido alpinista italiano, si desta in noi un sentimento di giusta compiacenza; ma questo sentimento si esalta, diviene più generoso rammentando che l' ingegnere Felice Giordano coronò quella sua vittoria alpina con uno studio geologico che il Sella senza eccedere nella lode potè chiamare memorabile [2].

Il fondatore del club alpino italiano ne volle eziandio indirizzata l' attività ad un argomento importantissimo nel campo economico, quale è quello del rimboschimento delle montagne. Gli studî che a questo riguardo si intrapresero per iniziativa di alcune sezioni del club alpino italiano, grazie alla cooperazione avuta nel Parlamento da Torelli, Lampertico, Finali e Biancheri informarono la prima legge forestale italiana.

Non saprei come meglio finire di parlare del Sella quale fautore dell' alpinismo se non col ripetere le parole colle quali egli ne scolpiva l'efficacia educativa:

« Vi ha nelle Alpi tanta profusione di stupendi e grandiosi spettacoli, che anche i meno sensibili ne sono profondamente impressionati. Il forte sentire ben

[1] Dopo avere ricordati i club alpini di Londra, della Svizzera e di Vienna, Sella chiudeva la descrizione della sua salita al Monviso, diretta al Gastaldi, con queste parole: « Non si potrebbe fare alcun che di simile da noi? Io crederei di sì. — Gli abitanti del nord riconoscono nella razza latina molto gusto per le arti, ma le rimproverano di averne pochissimo per la natura .... Mi pare che non ci debba voler molto per indurre i nostri giovani, che seppero d' un tratto passare dalle mollezze del lusso alla vita del soldato, a dar di piglio al bastone ferrato ed a procurarsi la maschia soddisfazione di solcare in varie direzioni e sino alle più alte cime queste meravigliose Alpi che ogni popolo ci invidia. Col crescere di questo gusto, crescerà pure l'amore delle scienze naturali e non ci occorrerà più di vedere le cose nostre talvolta studiate più dagli stranieri che non dagli italiani ». *Una salita al Monviso.* Lettera di Quintino Sella a B. Gastaldi, Torino 1863. Tipografia del Giornale « L'Opinione ». — *Eine Ersteigung des Monte Viso.* Zeitschrift fur allgemeine Erdkunde 1864.

[2] *Sulla orografia e sulla costituzione geologica del Gran Cervino.* Memoria dell' ingegnere Felice Giordano. Atti della Reale Accademia delle scienze di Torino, Vol. IV (1869). Nello stesso volume degli Atti dell'Accademia trovasi una Nota di Q. Sella nella quale si confutano gli appunti fatti dal prof. Sismonda all' importante lavoro del Giordano.

presto agisce sull' intelletto, sorge la curiosità, il desiderio di sapere le cose e le cause delle cose e dei fenomeni che si vedono. Non si cercherà la ragione di ciò che si vede ogni giorno ; l'abitudine crea l' indifferenza ; ma gli spettacoli, i fenomeni straordinarî, cioè quelli che ordinariamente non si vedono, destano la curiosità e l' intelligenza umana, e così le montagne producono l'effetto dei lunghi viaggi. Quante nozioni, quanti propositi, anzi bisogni di studiare, di indagare, non si riportano dalle escursioni alpine. Quanti pensieri novelli si affollano alle vostre menti comunque siate naturalisti, artisti, filosofi, letterati ».

Con queste parole Sella inaugurava il settimo congresso degli alpinisti italiani convenuti a Torino nel 1874; e chiudeva il suo discorso augurandosi di potere dopo un decennio riunire per una seconda volta il club alpino nella stessa ospitale Torino. Ma quell'augurio pur troppo non si è verificato ; precisamente dieci anni dopo gli alpinisti decretavano di porre una lapide sulla cima del Monviso in memoria del loro illustre presidente.

VI.

Quintino Sella fu eletto Socio dell'Accademia dei Lincei il 7 gennaio 1872, e circa due anni dopo (1° marzo 1874) la multiforme sua dottrina, la sua straordinaria operosità gli valsero il voto unanime dei suoi colleghi alla nomina di Presidente del nostro sodalizio, carica che egli tenne sino alla sua morte. Il professore Brioschi, che gli succedette nella presidenza, vi ha già ricordato col linguaggio efficace delle cifre i rapidi progressi morali e materiali compiutisi dall'Accademia nell'ultimo decennio e dei quali essa è per massima parte debitrice alla costanza, all' energia di propositi del suo predecessore [1]. Ed invero per opera del Sella l' Accademia dopo essersi completata coll'aggiunta della nuova Classe di scienze morali, storiche e filologiche, divenne l'Accademia italiana delle scienze, vide aumentata la sua dotazione, accresciute e diffuse le sue pubblicazioni; più che triplicata la sua biblioteca, ottenne dal governo la fondazione di premî pei migliori lavori nelle diverse scienze, ai quali altri più cospicui furono aggiunti dalla liberalità del Re Umberto. Conseguì finalmente l' intento già da tempo accarezzato di avere una nuova e più degna sede in questo grandioso palazzo largitole dal governo.

Quali alti intendimenti guidassero il Sella nell'opera riformatrice dell'Accademia

[1] Discorso pronunciato nella seduta del 4 maggio 1884 dal prof. Fr. Brioschi nell' assumere la presidenza dell'Accademia dei Lincei. — Transunti della R. Accademia dei Lincei, Vol.VIII, pag. 247.

da lui così coraggiosamente iniziata, egli stesso svolse pubblicamente, prima in un discorso pronunciato in seno dell'associazione costituzionale di Bologna il 30 marzo 1879, e poi in quello più memorando detto alla stessa Camera dei Deputati il 14 marzo 1881 come relatore del progetto di legge per i sussidî da accordarsi al Municipio di Roma.

Nella mente del Sella l' Italia riacquistando Roma sua capitale doveva assumersi un proposito eminentemente cosmopolita, quello della scienza. La scienza scuola di verità doveva avere il suo tempio principale in Roma dove aveva già trovato ostacoli gravissimi alla sua diffusione. L'Accademia dei Lincei ricca di gloriose tradizioni, richiamata a nuova vita era destinata a diventare l'Accademia italiana delle scienze, centro principale dell'attività intellettuale per tutto il paese senza per questo nuocere, anzi secondandò gli intenti delle Accademie regionali.

È sembrato a taluni che il Sella nell'attuare questi suoi generosi intendimenti, trovandosi nella necessità di superare quelle resistenze che ogni nuova istituzione riscontra ne' suoi esordî, abbia qualche volta ecceduto nel dare alle manifestazioni dell'Accademia forme solenni, si sia qualche volta troppo preoccupato di renderne popolari gli Atti. Ma come fu giustamente osservato da chi oggi ci presiede, per le Accademie principalmente, quando come la nostra sono istituzioni governative, è necessaria una ben intesa popolarità perchè possano convincere facilmente la nazione della loro attitudine a promuovere ed a favorire l'indagine scientifica e la ricerca del vero. D'altra parte riflettiamo che se la modestia è una qualità che non dovrebbe mai mancare nei cultori delle scienze e delle lettere considerati come individui isolati, le Accademie mancherebbero ad un loro dovere se trascurassero di ornarsi avanti al pubblico dei titoli legittimi che esse hanno alla stima, alla riconoscenza, all'ammirazione di tutti. Più esse diventano celebri, più diventa vivo negli studiosi il desiderio di appartenervi, e da questo derivano una nobile e feconda emulazione, ed un forte incentivo agli studî ed al lavoro che riescono di grande vantaggio ai progressi delle scienze.

Qui non è luogo di confutare le trite e volgari accuse che si lanciano contro le Accademie delle scienze da coloro che confondendole coll'Arcadia vanno ripetendo che il tempo delle Accademie è passato, senza nemmeno saper aggiungere che per il bene e la gloria d'Italia il tempo di cotali Accademie non avrebbe dovuto mai venire.

Credo che invece si possa, anzi sia bene di riproporre il quesito: se ad attuare gli ideali che il Sella s'era prefisso e che noi abbiamo fatto nostri, l' Accademia delle scienze sia l' istituzione più appropriata.

A mio parere la risposta non può essere dubbia, se i mezzi d'azione di cui l'Accademia può disporre saranno rettamente coordinati allo scopo prefisso, ed attuati

con energia. Una voce per ogni riguardo più autorevole della mia [1] vi ha già ricordato che la scelta dei nuovi accademici deve essere circondata dalle più grandi cautele e dal rispetto di tutte le opinioni; e noi la seguiremo fedelmente memori che quando un accademico vota non accorda un favore ma pronuncia un giudizio.

Le pubblicazioni accademiche devono accogliere imparzialmente e procurare la più rapida ed estesa diffusione degli studî seriamente intrapresi. Ricordiamoci però che importa non solo di promuovere e favorire i progressi delle scienze, ma che è grave dovere dell'Accademia moderna di tutelare eziandio la dignità e l'onestà scientifica, di cui talvolta difettano le produzioni dell'ingegno.

Il compito affidatoci è certamente glorioso, ma non facile e qualche volta non privo d'amarezze, ma noi lo eseguiremo coraggiosamente rendendo l'Accademia rispettata sempre, temuta mai da tutti i serî cultori della scienza. Così operando offriremo anche un degno omaggio alla memoria dell'illustre restauratore dell'Accademia.

VII.

Fedele al programma prefissomi chiudo questo mio lavoro biografico su Quintino Sella, tentando di delineare alcuni tratti del suo nobilissimo carattere.

Nel Sella l'amore alla scienza era accompagnato da pari affetto per gli studiosi, e ciò spiega mirabilmente l'influenza efficace e benefica che egli ha potuto esercitare intorno a lui. Altri scienziati eminenti rimasero solitarî nelle loro meditazioni ed isolati nella loro gloria; egli invece aveva un ardentissimo desiderio di comunicare ad altri la sua straordinaria attività; e perciò di lui si può giustamente dire che più ancora che per i proprî lavori ha reso grandi servigi alle scienze per le vocazioni che ha suscitate, e per gl'incoraggiamenti e gli aiuti di cui fu sempre liberale verso i cultori dei buoni studî.

Visitava spesso i laboratorî scientifici, dove non mancarono mai nè la meritata sua approvazione, ambita come una ricompensa, nè il soccorso dei suoi consigli, apprezzati come un beneficio.

Soleva circondarsi dei giovani volonterosi che infiammava dell'amore della scienza, senza il lenocinio delle lusinghe e delle adulazioni; si compiaceva di trattenersi con essi intorno ai progressi delle ricerche incominciate, e su quelle che egli desiderava si intraprendessero, stimolando, e qualche volta quasi obbligando, colla sua autorità, al lavoro quelli che egli giudicava capaci di ben fare. Si occupava anche con sollecitudine paterna dell'avvenire dei giovani studiosi, informandosi sollecito delle

[1] Brioschi, l. c.

opportunità che potevano riuscire loro favorevoli, ed anzi preveniva spesse volte i loro desiderî. In cambio di tutto ciò egli non domandava che zelo e passione per il lavoro.

Quintino Sella conservò sempre anche nelle dignità più elevate dello Stato, maniere ed abitudini semplicissime, che mettevano in maggior rilievo la superiorità del suo ingegno e l'autorità di cui era rivestito. A chi lo cercava occorse spesso di trovarlo intento nelle modeste ma dolci cure dell'educazione dei suoi figli. A Biella amava di vivere in contatto cogli operai, di cui patrocinò sempre gli interessi, anche prima che la protezione delle classi lavoratrici più che a sentimento di giustizia potesse attribuirsi a motivi di opportunità.

Pensatore profondo, scevro d'ogni pregiudizio, non fu nè ateo nè indifferente in materie di religione. Temeva assai e combattè fortemente l'invasione del clericalismo, sotto qualsiasi forma esso si manifestasse. Voleva una illimitata libertà nelle ricerche e nelle opinioni scientifiche negando che il progredire degli studî possa offendere la religione. Diceva che se il finito suppone l'infinito, nei progressi della scienza, il finito estende sempre più il suo dominio dove prima ogni fenomeno si spiegava coll'intervento di un Ente Supremo. Negò sempre che uno scienziato debba per necessità essere ateo e materialista. L'esistenza di Dio, egli disse in un discorso pronunciato alla Camera dei Deputati [1], è oggetto di convincimento che non può essere scosso dal solo progresso delle discipline scientifiche.

Fu sempre geloso custode dell'indipendenza politica dello Stato rispetto alla Chiesa, ma venerava nel vescovo Losanna il ministro di carità che benediva le bandiere delle Società operaie e si faceva apostolo del risparmio.

Fu sereno ed imparziale nei giudizî e più che al biasimo inclinato alla lode. Educato negli studî delle scienze positive, dedito per vocazione a ricerche minuziose di cristallografia, ingolfato quale Ministro delle finanze, nella analisi arida ed ingrata delle cifre dei bilanci, anche quando in tempi difficilissimi sembrava unicamente intento ad escogitare nuove tasse e nuovi risparmi, conservò sempre inalterati un gran cuore ed un animo squisitamente gentile. Era facile agli entusiasmi; sentiva profondamente il bello nell'arte e nella scienza; lo commovevano forte le azioni generose.

Tutti coloro che ebbero la fortuna di praticare con lui intimamente poterono in parecchie occasioni sperimentare la delicatezza del suo sentire. Ne sia prova un fatto memorabile e poco noto. Nel giorno 28 agosto del 1870, dopo avere presieduto il Consiglio dei Ministri, il gran Re Vittorio Emanuele II porse al Sella una carta, dicendogli « Lei che ama le belle cose legga ». Era una lettera della principessa Maria Clotilde, la quale con espressioni, che sono dolente di non potere qui

[1] Tornata del 14 marzo 1881.

riprodurre, ma rivelano un grande animo ed una eroica abnegazione, dichiarava all'Augusto Genitore che non avrebbe mai abbandonato la Francia nel momento del pericolo, volendo adempiere fino alla fine ed a qualunque costo il proprio dovere di sposa e di madre. Avendo il Ministro chiesto quella lettera al Re come un dono prezioso: « Gliela darò quando saremo a Roma » rispose Vittorio Emanuele; « Parola di Re quella lettera è mia, esclamò il Sella, perchè sicuramente a Roma ci andremo ». Di questo colloquio che il Sella raccontava spesso con profonda commozione, lasciò una Memoria scritta sullo stesso autografo della Principessa, che è religiosamente conservato dalla sua famiglia ([1]). Felice l'Italia che può trovare esempi di sublime sacrificio in tutte le classi sociali, nell'umile artigliere della Valle d'Andorno e nella famiglia dei suoi Re.

Quintino Sella sentì fortemente l'amicizia. Tenacissimo delle proprie opinioni nelle quali era inflessibile come la roccia delle sue montagne, col fascino d'una parola autorevole, qualche volta con una insistenza singolare, unicamente ispiratagli dalla profondità dei propri convincimenti, il Sella riusciva spesso a trarre al suo avviso quello contrario degli amici.

Ma quando anche in argomenti che vivamente lo interessavano gli occorse di trovarsi in opposizione con persone che, comunque a lui strette dai vincoli della più viva riconoscenza, pure non credevano di poter giustamente mutare le loro convinzioni, non pose mai un prezzo alla sua amicizia, nè mai pretese che fosse anteposta la gratitudine alla coscienza. Uomo di fortissimo carattere, lo rispettava, lo apprezzava negli altri.

Tale, egregi Colleghi, fu l'uomo che noi abbiamo irreparabilmente perduto. Lo scalpello di un abile artista ha qui fedelmente ritratto nel marmo le sue care sembianze ([2]). Se a noi non può più sorridere la dolce illusione del primo scultore della Grecia, che sperava di suscitare il soffio della vita nelle forme inerti, ci resta però, quale soave conforto, la persuasione che la memoria di Quintino Sella vivrà più duratura del marmo, verrà citata ad esempio di grandi virtù di cittadino e di scienziato, e sarà sempre onorata in questa Accademia, ultima e prediletta tra le opere sue.

([1]) Il Re Umberto al quale venne ricordata la promessa fatta dal suo Augusto Genitore, con atto gentile consegnò al Sella il prezioso autografo, quando il 28 agosto 1880 fu suo ospite in Biella.

([2]) Nella adunanza dell'11 giugno 1885 nella quale venne letto questo discorso, si inaugurava un busto in marmo di Q. Sella, eseguito dallo scultore Diez.

Sulla legge di connessione delle forme cristalline di una stessa sostanza.

Nuovo Cimento. I^a ser. Tomo IV, 1856.

(Estratto da una Memoria *sulle forme cristalline dell'argento rosso* letta alla R. Accademia delle Scienze di Torino, li 10 febbraio 1856).

---

1. La connessione delle varie forme cristalline, che può assumere una stessa sostanza, allorquando non si considerano i casi di polimorfismo, venne finquì espressa o *per mezzo degli assi*, a cui si suppone riferita ogni faccia, o *per mezzo delle zone* del sistema cristallino. È oggetto di questo estratto il dare un terzo enunciato di questa legge, ed il dedurre qualche conclusione importante per la cristallografia teorica e pratica, o da questo nuovo, ovvero dagli antichi enunciati per vie, che non si credono ancora calcate da altri.

2. La legge degli assi si può compendiare come segue: D a t e t u t t e l e f o r m e c r i s t a l l i n e d i u n a s o s t a n z a s u p p o s t e c o n v e n i e n t e m e n t e o r i e n t a t e, s e s i a s s u m o n o p e r a s s i l e i n t e r s e z i o n i d i t r e, o p i ù f a c c i e q u a l u n q u e, d u e a l t r e f a c c i e q u a l s i a s i d e l s i s t e m a c r i s t a l l i n o t a g l i e r a n n o c i a s c u n o d e i s u d d e t t i a s s i a d i s t a n z e t a l i d a l l a l o r o c o m u n e o r i g i n e, c h e i l l o r o q u o z i e n t e s t a r à i n u n r a p p o r t o r a z i o n a l e a i q u o z i e n t i d e l l e d i s t a n z e a n a l o g h e m i s u r a t e s o v r a c i a s c u n o d e g l i a l t r i a s s i.

Per dimostrare sperimentalmente questa legge in tutta la sua generalità, basta il ricercare, se assunti per assi le intersezioni di tre date faccie, e per parametri le distanze dall'origine a cui tali assi sono tagliati da una quarta faccia qualsiasi, ogni altra faccia del sistema cristallino obbedisca rispetto ad essi alla sovra enunciata legge. Ciò ammesso, si può dimostrare geometricamente, che la legge sarà pur vera allorquando si assumano per assi le intersezioni di altre faccie qualsiansi, e per parametri le distanze dall'origine, a cui taglia tali assi un'altra faccia qualsivoglia.

3. Premettiamo qual fatto di osservazione, che una faccia cristallina si può ad arbitrio trasportare in un punto qualunque dello spazio, senza che ciò abbia ad influire sulla sua posizione cristallografica, purchè essa rimanga sempre parallela a se stessa.

Siano X, Y, Z, tre assi ortogonali od obliqui risultanti dall'intersezione di tre date faccie, l'equazione di una quarta faccia a loro riferita, potrà essere

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1$$

ove a b c possono essere comunque irrazionali.

L'equazione di ogni altra faccia, che si suppone obbedire alla legge enunciata nell'art. 2 dovrà essere della forma

$$h\left(\frac{x}{a}\right)+k\left(\frac{y}{b}\right)+l\left(\frac{z}{c}\right)=e$$

dove h, k, l sono numeri razionali, ed e può essere comunque irrazionale.

Se nella equazione, che precede si fa

$$\frac{x}{a}=x' ; \quad \frac{y}{b}=y' ; \quad \frac{z}{c}=z'$$

ossia se si adotta a per unità di misura sovra l'asse delle X, b sovra l'asse delle Y, c sovra l'asse delle Z, essa diventa

$$hx'+ky'+lz'=e . \qquad (A)$$

Per una data faccia del sistema cristallino h, k, l sono numeri il cui rapporto è determinato e razionale; e è indeterminato, e può essere razionale, irrazionale e nullo.

Indichiamo secondo Whewell e Miller col simbolo hkl la faccia di cui è equazione la (A).

4. Siano ora hkl, $h'k'l'$ due faccie di cui è intersezione AB; e sia tale spigolo limitato in A dalla faccia mnp, in B dalla faccia $m'n'p'$, e tagliato in M dalla faccia $m''n''p''$.

Sarà $\dfrac{\mathrm{AM}}{\mathrm{AB}}=\dfrac{\mathrm{O}m'-\mathrm{O}a'}{\mathrm{O}b'-\mathrm{O}a'}$

ed i valori di $\mathrm{O}a'$, $\mathrm{O}m'$, $\mathrm{O}b'$, si trarrebbero dai valori di x, che soddisfanno alle due prime equazioni, che qui si scrivono, supposte successivamente coesistenti colle tre ultime.

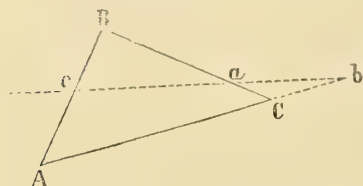
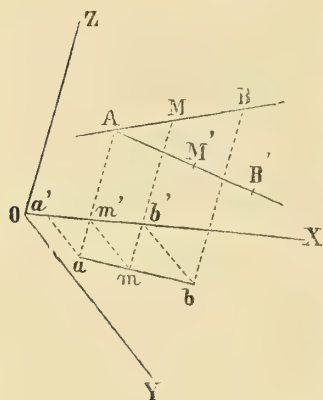
$$\begin{aligned}
h\ x' + k\ y' + l\ z' &= e \\
h'\ x' + k'\ y' + l'\ z' &= e' \\
m\ x' + n\ y' + p\ z' &= f \\
m'\ x' + n'y' + p'z' &= f' \\
m''x' + n''y' + p''z' &= f'' .
\end{aligned}$$

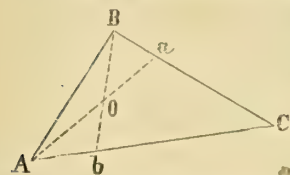
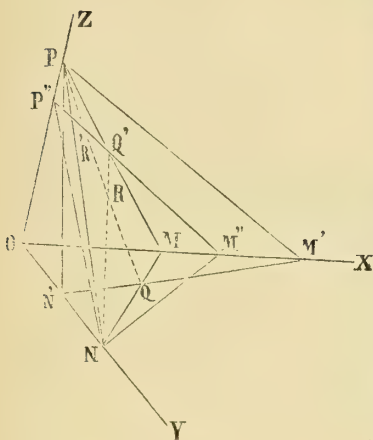
Ma se senza risolvere queste equazioni si osserva, che noi possiamo trasportare parallelamente a loro stesse le faccie considerate, sicchè e, e', f, f', f'', diventino razionali, ne conchiuderemo che in tal caso $\dfrac{\mathrm{AM}}{\mathrm{AB}}$ sarà un quoziente razionale.

Sarebbe pur razionale il rapporto $\dfrac{\mathrm{AM}'}{\mathrm{AB}'}$ dei segmenti fatti dalle stesse faccie $m'n'p'$, $m''n''p''$ sovra un secondo spigolo AB' del sistema cristallino fatto passare per A. Ed *a fortiori* sarà razionale $\dfrac{\mathrm{AM}}{\mathrm{AB}}:\dfrac{\mathrm{AM}'}{\mathrm{AB}'}$; rapporto, che rimarrà razionale comunque si trasportino parallelamente a loro stesse le faccie $m'n'p'$, $m''n''p''$, il che era appunto a dimostrarsi.

5. Si può dimostrare la stessa cosa colla sola geometria elementare, facendo uso di qualche proprietà del triangolo, che si aggruppa attorno al teorema di Ptolomeo.

Allorchè un triangolo ABC è tagliato da una secante, i segmenti, che questa fa sovra i suoi lati, sono in involuzione, ossia

$$\frac{a\mathrm{B}}{a\mathrm{C}}\cdot\frac{b\mathrm{C}}{b\mathrm{A}}\cdot\frac{c\mathrm{A}}{c\mathrm{B}}=1$$

e però se i rapporti dei segmenti di due lati sono razionali, sarà anche razionale il rapporto dei segmenti del terzo lato.

Ed è egualmente agevole lo scorgere, che se per due vertici di un triangolo si conducono due rette Aa, Bb taglianti i lati opposti in segmenti, i cui rapporti $\frac{a\mathrm{B}}{a\mathrm{C}}$ e $\frac{b\mathrm{A}}{b\mathrm{C}}$ sono razionali, saranno pure razionali i rapporti $\frac{\mathrm{O}a}{\mathrm{OA}}, \frac{\mathrm{O}b}{\mathrm{OB}}$ delle parti, in cui le rette tirate reciprocamente si dividono.

Sia ora MNP una faccia tagliante i tre assi nei punti M, N, P, e sia M′N′P una seconda faccia passante per lo stesso punto P per cui passa la prima. Saranno razionali i rapporti $\frac{\mathrm{OM}'}{\mathrm{OM}}$ e $\frac{\mathrm{ON}'}{\mathrm{ON}}$ e perciò anche $\frac{\mathrm{MQ}}{\mathrm{MN}}$.

Se si fa passare per N una terza faccia M″NP″, che taglia PQ intersezione delle due precedenti in R, sarà anche $\frac{\mathrm{MQ}'}{\mathrm{MP}}$ razionale. Indi si trarrà che $\frac{\mathrm{PR}}{\mathrm{PQ}}$ è anche razionale.

Ora se per N si conducesse un'altra faccia tagliante PQ in R sarebbe anche $\frac{\mathrm{PR}'}{\mathrm{PQ}}$ razionale, ed è quindi anche razionale $\frac{\mathrm{PR}'}{\mathrm{PR}}$ come era a dimostrarsi.

6. Nel disegno dei cristalli, e nella costruzione dei loro modelli, importa anche tener conto della distanza assoluta, a cui le faccie debbono tagliare gli assi. Ivi si tratta infatti non solo di costrurre poliedri, i cui angoli diedri siano quelli del cristallo da rappresentarsi, ma anche di dar loro una forma, la quale si avvicini per quanto si può a quella del cristallo stesso.

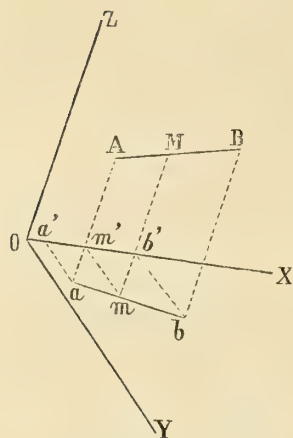
Il Naumann nella sua completissima cristallografia (¹) tratta tale problema con una serie di soluzioni speciali ad ogni tipo cristallino, e ad ogni forma semplice di questo. Egli ricerca le lunghezze assolute degli spigoli tagliati, e dei segmenti che sovra essi si fanno, ma la soluzione del problema va perciò ingombra da radicali spesso assai complicati, i quali sempre scompaiono a fine di calcolo. Seguendo le traccie dell'art. 4 si ha una soluzione semplicissima di un tal problema, che va scevra da ogni radicale, è comune a tutti i tipi cristallini, e si estende non solo alle forme semplici oloedriche, emiedriche, o tetartoedriche, ma ben anco a tutte le immaginabili combinazioni di faccie.

7. Abbiasi come nell'art. 4 lo spigolo AB formato dalle due faccie hkl, $h'k'l'$, limitato in A dalla faccia mnp, in B dalla faccia $m'n'p'$ e tagliato in M da $m''n''p''$.

(¹) Naumann, *Lehrbuch der Krystallographie.* Leipzig 1830.

Ristabiliscansi le equazioni di tali piani.

$$h\,x' + k\,y' + l\,z' = e$$
$$h'\,x' + k'\,y' + l'\,z' = e'$$
$$m\,x' + n\,y' + p\,z' = f$$
$$m'\,x' + n'\,y' + p'\,z' = f'$$
$$m''x' + n''y' + p''z' = f''\,.$$

Se ora si fa

$$\mathrm{P} = kl' - k'l \qquad \begin{matrix} h\;k\;l \\ \times \\ h'\;k'\;l' \end{matrix}$$

$$\mathrm{P}' = k'p - nl' \qquad \begin{matrix} h'\;k'\;l' \\ \times \\ m\;n\;p \end{matrix}$$

$$\mathrm{P}'' = nl - kp \qquad \begin{matrix} m\;n\;p \\ \times \\ h\;k\;l \end{matrix}$$

Se si chiamano $\mathrm{P}'_{,}$, $\mathrm{P}''_{,}$ e $\mathrm{P}'_{,,}$, $\mathrm{P}''_{,,}$ i numeri analoghi a P' e P'' che si ottengono sostituendo $m'n'p'$ e $m''n''p''$ a mnp avrannosi per ascisse dei punti A, B e M

$$\mathrm{X} = \frac{f\,\mathrm{P} + e\mathrm{P}' + e'\mathrm{P}''}{m\,\mathrm{P} + h\mathrm{P}' + h'\mathrm{P}''}$$

$$\mathrm{X}' = \frac{f'\,\mathrm{P} + e\mathrm{P}'_{,} + e'\mathrm{P}''_{,}}{m'\,\mathrm{P} + h\mathrm{P}'_{,} + h'\mathrm{P}''_{,}}$$

$$\mathrm{X}'' = \frac{f''\mathrm{P} + e\mathrm{P}'_{,,} + e'\mathrm{P}''_{,,}}{m''\mathrm{P} + h\mathrm{P}'_{,,} + h'\mathrm{P}''_{,,}}$$

e finalmente
$$\frac{\mathrm{AM}}{\mathrm{AB}} = \frac{\mathrm{X}'' - \mathrm{X}}{\mathrm{X}' - \mathrm{X}}\,.$$

Occorre tal fiata che sia $\mathrm{X} = \mathrm{X}' = \mathrm{X}''$. In tal caso si prenderà

$$\frac{\mathrm{AM}}{\mathrm{AB}} = \frac{\mathrm{Y}'' - \mathrm{Y}}{\mathrm{Y}' - \mathrm{Y}} = \frac{\mathrm{Z}'' - \mathrm{Z}}{\mathrm{Z}' - \mathrm{Z}}$$

ove
$$\mathrm{Y} = \frac{f\mathrm{Q} + e\mathrm{Q}' + e'\mathrm{Q}''}{n\mathrm{Q} + k\mathrm{Q}' + k'\mathrm{Q}''} \quad \text{ecc.}$$

$$\mathrm{Z} = \frac{f\mathrm{R} + e\mathrm{R}' + e'\mathrm{R}''}{p\mathrm{R} + l\mathrm{R}' + l'\mathrm{R}''} \quad \text{ecc.}$$

$$\mathrm{Q} = lh' - l'h \ \text{ecc.} \qquad \begin{matrix} h\;k\;l\;h \\ \times \\ h'\;k'\;l'\;h' \end{matrix}$$

$$\mathrm{R} = hk' - h'k \ \text{ecc.} \qquad \begin{matrix} h\;k\;l \\ \times \\ h'\;k'\;l' \end{matrix}\,.$$

8. Le formole dell'articolo precedente danno una soluzione agevolissima dei seguenti problemi;

1° Fare sopra un dato disegno o modello di cristallo un taglio corrispondente ad una nuova faccia. In tal caso i numeri e, e', f, f' sono dati dalla costruzione del modello o disegno già esistente: f'' riesce arbitrario, e si può fare per semplicità $f'' = 1$.

2° Combinare la lontananza reciproca delle varie faccie del modello, sicchè la forma ne abbia a riescire quella che si ritiene per più opportuna. In tal caso i numeri come $e\, e'\; f\, f'\; f'' \ldots$ si determinano per mezzo di tante condizioni somministrate dalla figura, che il modello deve presentare. Occorre soventi che più faccie s'incontrino in un punto, che più spigoli siano equidistanti, e simili: applicando a tali casi le formole dell'art. 7 si eviteranno i ripetuti e fastidiosi tentativi, a cui si deve ricorrere nel fare modelli o disegni di cristalli assai complicati.

3° Dato il simbolo di una faccia rispetto a tre assi, trovarlo rispetto a tre o più nuovi assi nati dall'intersezione di tre o più date faccie [1]. La soluzione di questo problema può ritenersi per caso particolare di quella del primo.

9. L'enunciato della legge delle zone è il seguente. Ogni faccia del cristallo è parallela a due o più spigoli già esistenti, o possibili nel cristallo.

Date quattro faccie esse s'incontrano secondo sei zone, le quali in virtù della legge in discorso danno tre nuove faccie possibili. L'incontro di ciascuna di queste colle già esistenti dà luogo ad una nuova serie di faccie possibili; e così proseguendo indefinitivamente si derivano da quattro date faccie tutte le faccie possibili del sistema cristallino.

È del resto agevole lo scorgere l'identità di questa legge con quella del n. 2.

Siano hkl, $h'k'l'$ due faccie possibili del sistema cristallino, le equazioni della loro intersezione supposta passante per l'origine saranno

$$\frac{x'}{kl'-k'l}=\frac{y'}{lh'-l'h}=\frac{z'}{hk'-h'k} \qquad \begin{matrix} h\;k\;l\;h\;k\;l \\ \times\times\times \\ h'\,k'\,l'\,h'\,k'\,l' \end{matrix}$$

e perciò a coefficienti tutti razionali. Se ne conchiude che le equazioni degli spigoli o zone possibili di un sistema cristallino sono a coefficienti razionali.

Siano ora

$$\frac{x'}{r}=\frac{y'}{s}=\frac{z'}{t}$$
$$\frac{x'}{r'}=\frac{y'}{s'}=\frac{z'}{t'}$$

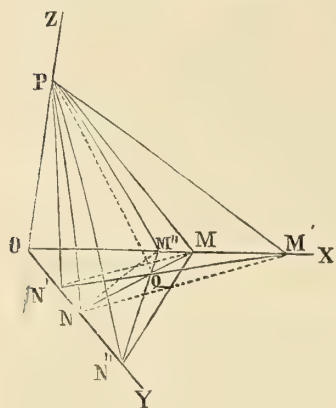
le equazioni di due spigoli o zone possibili qualunque, e che noi, assieme a Miller, indichiamo coi simboli $[r\;s\;t]$, $[r'\,s'\,t']$:

L'equazione del piano che loro è parallelo potrà essere

$$(st'-s't)\,x'+(tr'-t'r)\,y'+(rs'-r's)\,z'=0 \qquad \begin{matrix} r\;s\;t\;r\;s\;t \\ \times\times\times \\ r'\,s'\,t'\,r'\,s'\,t' \end{matrix}$$

e corrisponderà perciò ad una faccia possibile, poichè $r\;s\;t\;r'\,s'\,t'$ sono tutti numeri razionali.

[1] Il problema della trasformazione degli assi venne assai elegantemente trattato dal S. di Senarmont in una delle autografie delle sue lezioni alla scuola delle miniere di Parigi. *Démonstration de quelques formules d'une application fréquente dans les calculs cristallographiques* 1 Février. Ivi si considera non solo, come qui, la notazione delle faccie rispetto ai nuovi assi, ma ben anco gli angoli, che questi fanno tra loro, e le lunghezze dei parametri che sovra essi si adottano.

10. L'importanza della legge delle zone, e la sua immensa utilità nella cristallografia pratica, è posta in chiaro da pressochè tutti i moderni cristallografi. Noteremo solo potersi dare colla più elementare geometria il nesso, che lega le faccie poste nella medesima zona.

Si facciano passare per P tale che OP = 1 tre faccie, a cui noi supponiamo comune la zona PQ: avrassi per esempio

$$\mathrm{OM} = \frac{p}{m} \quad ; \quad \mathrm{ON} = \frac{p}{n}$$

$$\mathrm{OM'} = \frac{p'}{m'} \quad ; \quad \mathrm{ON'} = \frac{p'}{n'}$$

$$\mathrm{OM''} = \frac{p''}{m''} \quad ; \quad \mathrm{ON''} = \frac{p''}{n''}.$$

Le rette MN, M'N', M''N'' debbono ora tagliarsi in un punto solo.

Se ora si conducono le rette N'M e NM' sarà

$$\mathrm{N'MM'} : \mathrm{N'NM'} :: \mathrm{MQ} : \mathrm{NQ}$$

e se N''M'' taglia anche NM in Q, il rapporto degli analoghi triangoli riesce ancora lo stesso; onde

$$\mathrm{N'MM'} : \mathrm{N'NM'} :: \mathrm{N''MM''} : \mathrm{N''NM''},$$

ossia

$$\mathrm{ON'}(\mathrm{OM'} - \mathrm{OM}) : \mathrm{OM'}(\mathrm{ON} - \mathrm{ON'}) :: \mathrm{ON''}(\mathrm{OM''} - \mathrm{OM}) : \mathrm{OM''}(\mathrm{ON} - \mathrm{ON''})$$

e finalmente

$$m''(np' - n'p) + n''(pm' - p'm) + p''(mn' - m'n) = 0 \qquad \begin{matrix} m & n & p & m & n & p \\ & \times & \times & \times & & \\ m' & n' & p' & m' & n' & p' \end{matrix}$$

11. Si può ancora enunciare la legge di connessione delle forme cristalline di una sostanza come segue:

Abbiasi un elissoide di cui sono diametri coniugati tre spigoli del cristallo limitati in lunghezza da una quarta faccia del medesimo, ogni faccia possibile sarà parallela al piano diametrale coniugato ad un diametro parallelo ad una zona possibile, ed inversamente ogni zona possibile sarà parallela al diametro coniugato ad un piano diametrale parallelo ad una faccia possibile.

Indi nasce, che determinato l'elissoide per mezzo delle prime quattro faccie assunte, siccome l'incontro della quarta faccia colle altre tre dà luogo a nuove zone, i piani diametrali coniugati a queste saranno faccie possibili. L'intersezione di tali nuove faccie con quelle che prima esistevano somministra nuove zone, e però nuove faccie possibili che a tali zone sono coniugate, e così di mano in mano si derivano tutte le faccie possibili del sistema cristallino.

12. Siano a, b, c le lunghezze degli assi coniugati dell'elissoide

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

ne sarà l'equazione; ed ove come nell'art. 3 si adottino a, b, c per unità di misura sovra gli assi delle X, delle Y, e delle Z, essa prenderà la forma dell'equazione della sfera

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = 1 .$$

Le equazioni di un diametro che si termini al punto x', y', z' dell'elissoide saranno

$$\frac{X'}{x'} = \frac{Y'}{y'} = \frac{Z'}{z'}$$

e l'equazione del piano diametrale coniugato a tale diametro, il quale sarà parallelo al piano tangente all'elissoide nel punto x', y', z', sarà

$$x'X' + y'Y' + z'Z' = 0$$

ove X', Y', Z' sono le ordinate correnti del diametro, e del piano diametrale.

Abbiasi ora una faccia possibile hkl; l'equazione del piano diametrale parallelo a tale faccia sarà

$$hX' + kY' + lZ' = 0 ,$$

e le equazioni del diametro coniugato a tale faccia saranno

$$\frac{X'}{h} = \frac{Y'}{k} = \frac{Z'}{l} .$$

Ciò vuol dire che la retta coniugata alla faccia hkl è una zona possibile, il cui simbolo è $[hkl]$.

Abbiasi invece uno spigolo o zona possibile $[mnp]$, il diametro che le è parallelo avrà per equazioni

$$\frac{X'}{m} = \frac{Y'}{n} = \frac{Z'}{p} ,$$

e l'equazione del piano diametrale coniugato a tale diametro sarà

$$mX' + nY' + pZ' = 0 ;$$

vale a dire che il piano coniugato ad una zona $[mnp]$ è una faccia possibile del cristallo, di cui è simbolo mnp.

13. Il vincolo, che avvinge una zona colla sua faccia coniugata, si mostra geometricamente colla identità del simbolo, che li esprime, e non si rende meno manifesto nella natura fisica dei cristalli. In generale si può ritenere, che allorquando una zona è importante, ed essa si manifesta allora soventi con strie parallele, la sua faccia coniugata va distinta per nitore e perfezione.

Mostrerà l'avvenire quali relazioni passino fra i vari elissoidi, che in un cristallo rappresentano l'andamento delle varie sue proprietà fisiche, e l'elissoide geometrico di cui ragionammo. Il Dana, il Brewster ed altri ammettono persino, che le molecole di cui i cristalli si compongono debbano tenersi per elissoidali. Noi ci limiteremo qui a dedurre alcune proprietà geometriche dei vari tipi cristallini importanti sovrattutto nello studio dei geminati.

Nel tipo monometrico l'elissoide si riduce ad una sfera: dunque ogni piano perpendicolare ad una zona è faccia possibile; ed inversamente ogni retta perpendicolare ad una faccia possibile è anche zona o spigolo possibile.

Nel tipo dimetrico e romboedrico od esagonale, l'elissoide geometrico è di rivoluzione. Se si considerano le sole faccie parallele o perpendicolare all'asse di rivoluzione dell'elissoide, e le sole zone perpendicolari o parallela a tale asse, sarà ancor

vero, che ogni piano perpendicolare ad una zona è faccia possibile, e che ogni retta perpendicolare ad una faccia è zona possibile. Ma le altre faccie non sono in generale perpendicolari a spigoli possibili.

Negli altri tipi cristallini l'elissoide geometrico, che ne rilega le varie forme è sempre a tre assi.

Nel tipo trimetrico uno degli assi cristallografici è semidiametro principale dell'elissoide: gli altri due assi cristallografici o si confondono coi rimanenti semidiametri principali, ovvero sono egualmente inclinati a questi, ed eguali fra loro.

Nel tipo monoclino od un solo degli assi cristallografici si confonde con uno dei semidiametri principali dell'elissoide; ovvero essendo tutti e tre gli assi cristallografici diversi dai semidiametri principali, due di essi sono eguali fra loro, ed egualmente inclinati ad uno dei semidiametri principali.

Nel tipo diclino tutti e tre gli assi cristallografici sono diversi dai semidiametri principali dell'elissoide, solo due di essi assi sono semidiametri principali dell'elisse, secondo cui taglia l'elissoide il piano, che li comprende.

Nel tipo triclino finalmente gli assi cristallografici null'altro hanno di comune coll'elissoide geometrico, se non che ne sono semidiametri coniugati.

Studî sulla Mineralogia Sarda.

(Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Ser. II^a, vol. XVII, 1858).
Adunanza degli 8 luglio 1855.

Tout ce qui tient au groupement des cristaux est encore une des parties les moins parfaites de la cristallographie, et l'une de celles peut être, qui tiennent de plus près à la constitution moléculaire, et paraissent les plus propres à jeter quelque jour sur cette matière si obscure.

H. DE SENARMONT
Ann. des Mines, 1847, tom. XI, 4^e serie, pag. 574.

INTRODUZIONE

Le geminazioni dei cristalli hanno da mezzo secolo in qua vivamente occupato i Mineralisti, non solo per la bellezza geometrica degli esemplari, in cui esse si osservano, e per la semplicità della legge, dalla quale sono governate, ma soprattutto per le conseguenze, che si spera poterne trarre sulla struttura molecolare dei corpi. Ed a questi studî hanno fornito largo alimento i minerali italiani. Le Dolomiti di Traversella si presentano sempre in bellissimi geminati, che ornano tutti i Musei d'Europa, e cattivano l'attenzione d'ogni studioso per la facilità, con cui lasciano scoprire il loro modo di geminazione. Anche in bei geminati, quantunque difficili a studiarsi, monstransi i Feldispati di Baveno, i quali ebbero il merito di dar luogo ad uno dei migliori lavori cristallografici del sommo Mineralista Berlinese [1]. Non sarà quindi inopportuno, che io intraprenda i miei studî sulla patria mineralogia coll'esame di alcuni geminati provenienti dalla nobil parte d'Italia, ove ebbi culla ed ho stanza, e dei quali non si descrisse ancora od il modo di geminazione o la giacitura. Gli esemplari descritti in questa Memoria esistono quasi tutti in Torino, o nella raccolta mineralogica del Museo di Storia naturale [2], od in quella del R. Instituto

[1] Weiss, Abhandlungen der Berliner Akademie, 1835.

[2] La raccolta mineralogica del Museo di Torino ebbe origine nell'ultima metà dello scorso secolo pel generoso zelo di alcuni membri della R. Accademia delle Scienze, ed andossi continuamente sviluppando per l'attiva protezione, che questa gli accordò. Nel 1798 ne venne affidato l'ordinamento all'abate Stefano Borson, che nato nel 1758 a S. Pietro di Albigny in Savoja si era occupato di scienze naturali a Torino ed a Roma. Il Borson fu quegli che diede nel 1801 le prime lezioni di mineralogia in Piemonte, e che fu poi occasione della creazione della cattedra di mineralogia nell'Università torinese: cattedra che egli tenne sino al fine del 1832, epoca della sua morte. Egli pubblicò il

tecnico di Torino ([1]). Si avrà cura di citare il numero, con cui ciascuno di questi esemplari è registrato nell'una o nell'altra di dette raccolte, onde in caso di dubbio possa chiunque rinvenirli e verificare quanto se ne disse. E qui mi sia lecito di attestarmi grato al cav. A. Sismonda, il quale ha posto a mia disposizione gli esemplari del Museo colla massima liberalità, ed alla Commissione direttrice del R. Instituto tecnico ([2]), che nulla risparmiò per agevolarmi l'ordinamento del suo Gabinetto mineralogico.

Faccio uso dei simboli cristallografici proposti da Whewell ([3]) e adottati poi dal Miller ne'suoi classici lavori ([4]). E questo non solo perchè tali simboli sono

catalogo della raccolta nel 1811 *Catalogue raisonné du Musée d'Histoire naturelle de l'Académie de Turin* par Étienne Borson. Turin, 1811, imprim. de Vincent Bianco, ed il ristampò quindi nel 1830 (*Catalogue raisonné de la collection minéralogique du Musée d'Histoire naturelle* par l'abbé Étienne Borson. Turin, 1830, imprim. Royale).

Al Borson succedette e nella cattedra di mineralogia e nella direzione del Museo mineralogico Angelo Sismonda, il quale già era stato applicato al Museo fino dal 1826. Mercè le sue indefesse cure la raccolta mineralogica si è ora almeno raddoppiata, si è arricchita la paleontologica di parecchi fossili pressochè unici pella loro bellezza, e si è formata la collezione geologica delle valli piemontesi, che gli servì di base alla carta geologica del Piemonte, la quale ei sta pubblicando. Ed intanto il Museo, grazie al Generale Alberto Lamarmora, si arricchiva pure della raccolta geologica dell'isola di Sardegna, che egli mise assieme in una investigazione scientifica dell'isola, a cui da sette lustri consacra tutte le sue forze con una tenacità di proposito veramente antica. Quindi è che la raccolta del Museo di Torino è la prima d'Italia, e può star a fianco di qualunque altra d'Europa.

([1]) L'azienda economica dell'Interno fin dal 1823 aveva ordinata la formazione di una raccolta dei marmi e delle cave degli Stati sardi (*Repertorio delle miniere*, vol. I, pag. 108. Torino, stamp. Gius. Favale, 1826). Mercè le cure di parecchi amministratori e specialmente degli Ingegneri delle miniere si raccolse ben presto un tal numero di esemplari da poter dare adequata idea delle miniere e delle cave dello Stato. L'ordinamento di detta raccolta venne affidato a Vincenzo Barelli, il quale si accinse con ardore alla fastidiosa impresa, e la menò a sì buon fine, che nel 1835 pubblicava il catalogo ragionato della raccolta comprendente allora meglio di 4000 esemplari (*Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna* per Vincenzo Barelli. Torino, 1835, tipogr. Fodratti). L'opera del Barelli è di tutta importanza, ricca di utili nozioni e fin qui la sola, onde si possa avere qualche notizia sulla mineralogia industriale degli Stati sardi. Dopo la morte del Barelli avvenuta nel 1843 la raccolta statistica messa in ordine con tanta fatica e di tanta utilità venne affatto trascurata e dimenticata, sicchè essa era vicina ad un totale deperimento. Per buona fortuna del paese coloro i quali nel 1853, al momento della dissoluzione dell'Azienda dell'Interno, tenevano le redini del Governo (i Ministri Conte di Cavour, Paleocapa e Cibrario) posero gli occhi sulla raccolta Barelliana, e determinarono di trarla dall'obblio in che era sepolta. Essi l'affidarono perciò alla Commissione direttrice del R. Instituto tecnico di Torino, onde la facesse riordinare ed esporre al Pubblico. Codesta assegnò alla raccolta un apposito locale, e ne procurò con tale alacrità il riordinamento, che è ora tornata di pubblica ragione. E mentre si stava riordinando s'accrebbe di due raccolte private e di cospicui doni, tanto che il numero di esemplari in essa contenuti non è ora molto inferiore ai 18000. Il nuovo Gabinetto mineralogico formatosi all'Instituto comprende la raccolta statistica dei minerali delle varie provincie dello Stato sardo, una raccolta metodica delle varie specie minerali, una raccolta paleontologica ed alcune collezioni speciali metallurgiche e montanistiche.

([2]) La detta Commissione era presieduta dal sig. conte di Pollone, ed era composta dei professori Giulio, Moris, Menabrea, Sobrero e del signor Capello.

([3]) Whewell, *Philosophical transactions* of the Royal Society for 1825.

([4]) *A Treatise on Crystallography.* By W. H. Miller. — Phillips. *Mineralogy with additions* by H. I. Brooke and W. H. Miller. London 1852.

assai logici ed attissimi ad ogni specie di calcolo, ma ancora perchè sono noti in Inghilterra, introdotti in Francia dal De Senarmont (¹), e facilmente intelligibili ai Cristallografi della Germania, presso cui sono in voga i simboli del Weiss. Avrò cura tuttavia di citare colla notazione di Whewell le equivalenti di Weiss, Naumann, Levy e Dufrenoy. Mi attengo alla nomenclatura cristallografica dell'Avogadro (²) perchè da lui introdotta in Italia con un' opera classica, e perchè adottata dal Naumann (³) e dal Miller, e perciò adoprata o nota nella Germania centrale e meridionale, in Francia, ed in Inghilterra.

Tutti i capitoli di questa Memoria furono presentati all'Accademia delle scienze di Torino il 1 luglio 1855 ed approvati per la stampa nella tornata dell'Accademia delli 8 luglio stesso anno, come risulta dal sunto, che ne pubblicò il Segretario aggiunto nella Gazzetta piemontese dei 12 luglio 1855. Voglionsi solo eccettuare le due appendici al capitolo primo ed al capitolo quinto, che si inserirono nel tempo trascorso fra la tornata dell'Accademia ed il momento della stampa di questo scritto (luglio 1856).

CAPITOLO I.

Geminazione di Calcare di Traversella di cui è asse $[\bar{1}22]$.

Fra i Calcari di Traversella del Gabinetto del R. Instituto tecnico di Torino uno ve n'ha che porta il n. 943, e che si presenta in cristalli a superficie appannata, la quale sembra anzi ammantata da uno straterello biondo sudicio dovuto ad una lieve alterazione superficiale.

Un' analisi approssimata di questi cristalli li mostrò composti come segue:

Carbonato di calce	0,96
» di magnesia	0,01
» di ferro	0,007
» di manganese.	0,02
Residuo insolubile.	0,003.

Delle punte cristalline costituenti l'esemplare sono alcune semplici ed altre invece regolarmente accoppiate in modo da formare elegantissimi geminati.

Fig. 1. Proiezione ortografica obliqua di un cristallo isolato.

Fig. 2. Proiezione monodimetrica (10:1:10) di un geminato quale si presenta in natura.

(¹) Miller, *Traité de Cristallographie* traduit par H. De Senarmont. — Vedi inoltre le Memorie del signor De Senarmont negli *Annales des mines*, e le autografie da esso pubblicate ad uso degli allievi della scuola delle miniere di Parigi. Qui ebbi l'onore e la ventura di seguir le sue lezioni pubbliche per ben tre anni e di venir avviato allo studio pratico della mineralogia in più di una privata conferenza, che egli con una bontà di cui non gli sarò mai abbastanza grato, non isdegnava tener spesso meco.

(²) Avogadro, *Fisica dei corpi ponderabili,* 4 vol. Torino 1837.

(³) Naumann, *Lehrbuch der Krystallographie.* Leipzig 1830. — *Anfangsgründe der Krystallographie.* Leipzig 1854 2ᵉ Auflage. — *Elemente der Mineralogie* 1ᵉ 2ᵉ 3ᵉ 4ᵉ Auflage Leipzig.

Fig. 3. Proiezione monodimetrica (10:1:10) pella forma, che avrebbe il geminato se le due metà insieme riunite potessero comporre un cristallo come quello della fig. 5.

Fig. 4. Sezione del solido della fig. 3 secondo uno de' suoi piani di simmetria.

Fig. 5 e 6. Solido della fig. 3 di cui una metà si è fatta girare di 180° attorno ad assi opportuni.

Se si sfaldano le punte di uno di questi gemelli appaiono nitide le faccie del romboedro primitivo, sulle quali si possono agevolmente misurare gli angoli opportuni alla determinazione della legge di geminazione dei due individui.

L'angolo del romboedro di sfaldatura misurato col goniometro di riflessione in un punto conveniente si mostrò come segue:

Angolo	Diff. fra l'osserv. e la media
74°. 48′	— 2′, 4
74°. 53′	+ 2′, 6
74°. 48′	— 2′, 4
74°. 46′	— 4′, 4
74°. 53′	+ 2′, 6
74°. 51′	+ 0′, 6
74°. 51′	+ 0′, 6
74°. 51′	+ 0′, 6
74°. 50′	— 0′, 4
74°. 53′	+ 2′, 6

Media 74°. 50, 4. Puossi quindi ritenere che l'angolo del romboedro di sfaldatura è presso a poco di 74°. 50′ (1).

Stante l'appannatezza delle faccie dello scalenoedro non è possibile il misurarne gli angoli col goniometro di riflessione, è giuocoforza essere contenti del goniometro di applicazione e di una meschina approssimazione.

Si trova ff' . . . . 42°
$f'f''$ tra 74° e 72°
ff''' tra 144°½ e 145°

Ora lo scalenoedro $50\bar{3}$ nell'ipotesi dell'angolo del romboedro primitivo di 74°. 55′ avrebbe per angoli 72°. 54′; 41°. 46′; 143°. 41′ (2). Le faccie di tale scalenoedro giacciono nella zona dello spigolo del romboedro primitivo. Ora è facile verificare infatti sul cristallo, fig. 1, che la sfaldatura *hklmnp* forma con f ed f''' spigoli *mn* e *kh* fra di loro paralleli, e paralleli anche allo spigolo d' intersezione colla seconda faccia di sfaldatura *lpqr*. Sicchè poco rimane a dubitare che non sia $50\bar{3}$ lo scalenoedro terminante i nostri cristalli. - $50\bar{3} = d^{\frac{5}{3}}$ (Levy) $= R^4$ (Naumann) $= \frac{1}{3}a : \frac{1}{11}b : \frac{1}{8}a : \frac{1}{13}b' : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c$ (Weiss).

La disposizione dei due gemelli, fig. 2 e 3, che si riuniscono a fare un geminato, e l'eguaglianza degli angoli $a_{\prime}' \; a'$ ed $a_{\prime}'' \; a''$ mostrano tosto, che i gemelli in

(1) Secondo l'abitudine invalsa presso molti Cristallografi prenderò sempre per angolo di due piani quello fatto dalle loro normali.

(2) V. Zippe, *Krystallgestalten des Kalk-Haloides* III Band der Denk. d. k. k. Ak. d. Wiss. zu Wien 1851.

discorso hanno comuni le faccie del prisma esagono $01\bar{1}$, che sarebbero parallele allo spigolo $a'\ a''$. Rimane quindi solo a misurarsi l'angolo $a\ a_i$ onde conoscere la natura della geminazione. Dieci misure prese col goniometro di riflessione sovra lo stesso esemplare diedero i seguenti risultati:

Angoli 36°. 44′ Diff. fra le osser. e la media . . . — 2′, 8
36°. 48′ . . . . + 1′, 2
36°. 45′ . . . . — 1′, 8
36°. 46′ . . . . — 0′, 8
36°. 49′ . . . . + 2′, 2
36°. 49′ . . . . + 2′, 2
36°. 46′ . . . . — 0′, 8
36°. 46′ . . . . — 0′, 8
36°. 49′ . . . . + 2′, 2
36°. 46′ . . . . — 0′, 8

Media 46°. 46′, 8. Sicchè l'angolo rientrante fatto dalle due faccie del romboedro di sfaldatura a e a_i che si stanno dirimpetto è di 36°.47′ circa.

Siano nella fig. 4 mq ed nq gli assi dei due gemelli; mp ed np le intersezioni del piano degli assi dei cristalli colle rispettive faccie dei romboedri fondamentali. Se l'angolo del romboedro fondamentale è $A = 74°.\ 50'$, l'angolo pmq sarà dato dalla formola

$$\operatorname{tang} pmq = \frac{\sqrt{\sin\left(60 + \frac{1}{2}A\right)\sin\left(60 - \frac{1}{2}A\right)}}{\sin\frac{1}{2}A};$$

onde
$$pmq = 45°.\ 26',40''$$
$$mqp = 26°.\ 10'$$
$$mnq = 63°.\ 50'.$$

Ora può essere faccia di geminazione il piano, che nella nostra figura ha per traccia mn; ovvero quello che ha per traccia pq. Egli è facile vedere infatti, che facendo girare una metà del cristallo di 180° attorno ad un asse perpendicolare ad nm, ovvero a pq, essa è sempre ricondotta ad essere parallela all'altra. La fig. 6 mostra quello che succede se si adotta per faccia di geminazione la mn e la fig. 5 se si adotta pq. Secondo la legge ordinaria il piano di geminazione deve essere parallelo ad una faccia possibile di ciascun gemello; dovremo dunque noi scegliere quello dei piani mn e pq che riesce parallelo ad una faccia possibile del cristallo. Ora sì l'uno che l'altro dei piani mn e pq non potendo essere che paralleli ad una faccia di romboedro, basterà perciò vedere se sia numero razionale piuttosto

$$\frac{\operatorname{tang} mnq}{\operatorname{tang} pnq} \quad \text{o piuttosto} \quad \frac{\operatorname{tang} pqn}{\operatorname{tang} pnq}.$$

Con facilissimo computo si trova

$$\frac{\operatorname{tang} mnq}{\operatorname{tang} pnq} = 2{,}0039$$

$$\frac{\operatorname{tang} pqn}{\operatorname{tang} pnq} = \frac{1}{2{,}0676}.$$

Ora è assai più vicino a 2 il primo numero, che non ad $\frac{1}{2}$ il secondo, ed è

quindi più probabile, che debba adottarsi per faccia di geminazione non la pq ma la mn: essa corrisponde alla faccia di un romboedro diretto (¹) di asse metà del fondamentale, cioè alla faccia del romboedro 411.

Se a dimostrar più chiaramente la verità di quest' asserzione si suppone faccia di geminazione quella del romboedro 411, si trova che l'angolo fatto dalle due faccie del romboedro fondamentale, che nei due gemelli mutuamente si guardano, deve essere di 36°. 41'. Supposta invece la geminazione fatta secondo la faccia del romboedro $\bar{1}11$, che corrisponderebbe a $\frac{\text{tang}\,pqn}{\text{tang}\,pnq} = \frac{1}{2}$ si troverebbe per l'angolo sopraddetto 35°. 16'. Ora l'angolo misurato è di 36°. 47' che si scosta di 6' da quel che il calcolo darebbe nella prima ipotesi, mentre si allontana di 1°. 31' da quel che dovrebbe essere nella seconda supposizione.

Non è difficile il rendersi conto di un divario di 6' se si pensa all' influenza, che hanno sul calcolo gli errori commessi nella misura dell' angolo del romboedro fondamentale, e dell'angolo fatto dalle due faccie di esso, le quali nei due gemelli si stanno dirimpetto, ed alle aberrazioni cui vanno soggetti gli angoli dei cristalli i più nitidi. È invece molto meno verosimile un divario di 1°. 31'.

Rinvenni un secondo esemplare di detto geminato, e l'angolo $a_{\prime}\, a$ misurato nella parte inferiore dell'esemplare si trovò di 36°. 5' invece di 36°. 47', che si erano trovati nel primo esemplare. Tale nuovo angolo si avvicina assai più a 35°. 16' che non il primitivo, ma tuttavia se dista di 36' dall'angolo di 36°. 41' esso si scosta di 49' dall'angolo di 35°. 16', ed è perciò sempre più vicino al primo che non a questo secondo angolo.

Ammettendo che sia mn ossia 411 la faccia di geminazione, ne verrebbe che il piano di congiunzione dei due gemelli non è una faccia possibile del cristallo; ma ciò nulla ha di contrario alla legge di geminazione, la quale ci insegna solo essere faccia possibile il piano di geminazione, od essere spigolo possibile l' asse di geminazione. Ed è inoltre già stato osservato da parecchi come le due parti di un geminato non si riuniscano realmente secondo un piano o faccia la cui notazione sia la stessa rispetto alle due parti di esso. Potrebbesi del resto anche ammettere in forse se veramente il piano pq non sia una faccia possibile del cristallo. Ed in verità non si può asserire che $\frac{\text{tang}\,pqn}{\text{tang}\,pnq}$ sia proprio un numero irrazionale; si può anzi facilmente trovare una frazione a termini razionali non molto complicata, la quale esprima il rapporto di dette tangenti con tale approssimazione, che ogni discrepanza dal vero valore sia compresa nei divarii dovuti agli errori probabili di osservazione. Ma il simbolo di tale faccia riesce così lontano dalla solita semplicità, che se non si può asserire, che il piano pq non corrisponde ad alcuna faccia possibile nel sistema cristallino del nostro Calcare, si può almeno dire, che esso formerebbe una faccia di complicazione tanto insolita, che si allontana affatto da quanto sin qui si conosce.

(¹) Con parecchi Cristallografi chiamo romboedri diretti quelli, le cui faccie sono nel senso delle faccie del romboedro fondamentale; e romboedri inversi, quelli, le cui faccie corrispondono invece agli spigoli del fondamentale.

Nè del resto io debbo nascondere come gli angoli anche dei cristalli nitidi siano soggetti ad importanti variazioni, e come gli aggruppamenti dei medesimi non si facciano sempre con tal regolarità, che non si osservino importanti divarii fra i risultati del calcolo e le osservazioni. Taluno potrebbe quindi ritenere, che la faccia di geminazione dei geminati di Traversella sia $\bar{1}11$, e che il divario fra gli angoli osservati e calcolati sia effetto di irregolarità. Non troverei tale ipotesi inammessibile, ma siccome prendendo 411 per faccia di geminazione si esprime molto più esattamente la posizione relativa dei due gemelli, e siccome alcuna ragione non v'ha per ripudiare 411, mi credo in dovere di ritenere la faccia di 411 come piano di geminazione del Calcare di Traversella, che si descrisse.

Il romboedro 411 ha per simboli a^4 (Levy) $=\frac{1}{2}$R (Naumann) $=\infty a:a:a:\frac{1}{2}c$ (Weiss). Esso non è frequente nel Calcare, anzi il Zippe nella sua classica monografia delle forme cristalline del Calcare, che già citai, non annovera questo romboedro fra gli esistenti, che dietro osservazioni del Levy, sovra cui egli conserva qualche dubbio. Il romboedro 411 è però celato in alcuni scalenoedri, e fa parte di zone frequenti. Esso non è altro che l'inverso del romboedro 110 che Hauy e buona parte dei Cristallografi francesi chiamano Equiasse.

Parecchi Cristallografi considerano ora piuttosto l'asse che non la faccia di geminazione, soprattutto dacchè si è visto che vi sono dei geminati, le faccie dei cui gemelli non si possono condurre ad essere parallele, che facendone girare uno di 180° non sopra una faccia possibile, ma attorno ad un asse che è invece uno spigolo possibile del sistema cristallino della sostanza, di cui il geminato si compone. Nel nostro caso si può ritenere che l'asse di geminazione è perpendicolare alla faccia del romboedro 411, ed allora si condurrebbero i due gemelli ad essere paralleli l'uno all'altro nel modo indicato dalla fig. 6. Potrebbesi ancora tenere l'asse di geminazione come parallelo alla faccia del romboedro 411, e perciò come parallelo allo spigolo del romboedro che 411 ottusa. In tale ipotesi le faccie dell'un gemello si ricondurrebbero ad essere parallele a quelle dell'altro nel modo indicato dalla fig. 5. Il romboedro che 411 ottusa ha per simbolo $22\bar{1}$ secondo Whewell, $a':a':\infty a':c$ secondo Weiss, $=-$R (Naumann), $=e^{\frac{1}{2}}$ (Levy). Tale romboedro venne qualche volta osservato nel Calcare, ed altro non è che l'inverso del romboedro fondamentale. L'asse di geminazione del geminato di Traversella potrassi adunque ritenere come perpendicolare ad una faccia del romboedro 411, ovvero come parallelo allo spigolo del romboedro $22\bar{1}$, ed avrà in questa ultima ipotesi il simbolo $[\bar{1}22]$ [1].

Non è infrequente il caso in cui l'asse di geminazione possa essere perpendicolare ad una faccia possibile del cristallo, ovvero parallelo ad uno spigolo possibile

[1] Rammenterò che una faccia, il cui simbolo è hkl, è tale che la sua equazione riferita a tre dati assi su cui si prendono tre convenienti parametri abc è

$$h\frac{x}{a}+k\frac{y}{b}+l\frac{z}{c}=Q.$$

Q quantità qualunque razionale od irrazionale. Una retta, asse, zona o spigolo, la quale sia parallela a quella le cui equazioni sono $\frac{1}{m}\frac{x}{a}=\frac{1}{n}\frac{y}{b}=\frac{1}{p}\frac{z}{c}$, ha per simbolo $[mnp]$.

del medesimo. Nel sistema monometrico ogni piano perpendicolare ad uno spigolo possibile è anche faccia possibile, mentre inversamente ogni retta perpendicolare ad una faccia possibile è anche uno spigolo possibile. Comunque ivi si assuma l'asse di geminazione esso sarà sempre, e perpendicolare ad una faccia possibile e parallelo ad uno spigolo possibile. Negli altri sistemi cristallini invece il piano perpendicolare ad uno spigolo possibile non è una faccia possibile, ed inversamente la retta perpendicolare ad una faccia possibile non è uno spigolo possibile salvo in alcuni casi determinati. Ma tuttavia se si hanno due gemelli (per es. i due romboedri della fig. 7) riuniti in modo da avere una zona comune (siano ivi parallele le faccie p e r como pure q e s, e perciò anche gli spigoli AB, CD): se inoltre si suppone che le faccie collocate in tal zona siano e per natura e per inclinazione completamente simmetriche rispetto ad un piano contenuto in tal zona (rispetto al piano $AB\beta\alpha$ e $CD\delta\gamma$ nel nostro caso) si potrà ricondurre l'uno dei gemelli ad essere parallelo all'altro in due modi. Si potrà supporre che uno dei gemelli giri di 180° attorno ad un asse perpendicolare ad un piano passante per la zona comune e perpendicolare al piano di simmetria (ed è questo quel che si fece nella fig. 8). L'asse di geminazione sarebbe così perpendicolare ad una faccia possibile del cristallo. Potrebbesi invece ammettere che un gemello rotasse di 180° attorno ad un asse parallelo alla zona comune (e questo si indicò nella fig. 9). L'asse di geminazione sarebbe allora parallelo ad una zona possibile del cristallo.

APPENDICE AL CAPITOLO I.

Geminazioni ad asse già noto di alcuni carbonati romboedrici (¹).

§ I.

Asse di geminazione [111].

I. Dolomite di Traversella.

Non v'ha forse alcun giacimento più ricco di carbonati geminati secondo l'asse [111] quanto quello di Traversella.

Geminati 100 (²) — fig. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17.

Sono comunissime le Dolomiti che constano di due romboedri fondamentali riuniti secondo tal legge. Egli è raro che i geminati si compongano di due soli romboedri aggruppati in modo da parere che abbiano comune la faccia del prisma

(¹) Ho creduto conveniente l'aggiungere questa appendice sia per dar conto di alcune disposizioni interessanti dei nostri geminati che illustrano la geminazione testè descritta, sia per rilevarne l'importanza nello studio della storia dei nostri giacimenti metalliferi, come anche per far conoscere alcune faccie nuove, quali sono i romboedri $7\bar{2}\bar{2}$ e $55\bar{4}$, e lo scalenoedro $50\bar{3}$ nella Dolomite; il romboedro $13\ \bar{5}\bar{5}$ e gli scalenoedri $16\ 10\ \bar{1}\bar{1}$, $64\bar{5}$ nel Calcare.

(²) $100 = P$ (Levy) $= R$ (Naumann) $= \infty a:a:a:c$ (Weiss).

esagono $2\bar{1}\bar{1}$ (fig. 10). Sono invece più frequenti quelli che si compongono di tre individui riuniti secondo la stessa legge come dimostra la fig. 11. I due romboedri che si vengono ad aggruppare attorno al terzo rimangono paralleli fra loro, e siccome spesso succede che essi s'incontrino nella parte inferiore, il geminato appare allora formato di due romboedri che hanno comune la faccia 111, come le fig. 12 e 13 fanno vedere. La fig. 13 rappresenta il geminato della fig. 12 supposto capovolto. Non è infrequente il caso in cui questi due romboedri si intreccino curiosamente fra loro: la fig. 14 si riferisce ad un esemplare di Dolomite della mia raccolta privata che ho riunita a quella del R. Instituto tecnico, ove ha il n. 7838. Gli estremi del gemello inferiore si presentano corrispondenti alle tre faccie del gemello superiore, cosicchè l'esemplare si avvicina assai a quello bellissimo descritto da Haidinger, in cui il gemello superiore va compiutamente rinfiancato da tre creste nascenti da tre prolungamenti del gemello inferiore. Sovra uno dei lati dell'esemplare si alternano tre a tre le punte dell'inferiore e superiore gemello in modo da simulare i denti di una sega. Il cristallo è sciolto dalla matrice, contiene qualche pagliuzza microscopica di Ematite, ed è di tutta bellezza e nitore. Solo osservansi delle strie $[10\bar{1}]$ nelle dentature descritte, che paiono accennare ad un romboedro diretto più acuto di 100.

Le dentature che risultano dal successivo avvicendarsi delle punte appartenenti al cristallo superiore, e di quelle relative all'inferiore son quasi sempre discretamente sviluppate. La mia collezione va ricca di un solo geminato di Dolomite (registrato al R. Instituto tecnico sotto il n. 7864), il quale si avvicini alla fig. 15. Le faccie del gemello superiore e quelle dell'inferiore non si incontrano dapertutto secondo una retta come suppone la figura; ma le dentature son poco rilevanti e l'aspetto generale è ben quello della fig. 15. Il geminato è nitido, ed è posto sovra un limpido cristallo di Quarzo in modo, che una faccia del romboedro 100 della Dolomite si adatta sovra una faccia del prisma esagono del Quarzo.

Le fig. 16 e 17 si riferiscono ad un altro geminato di Dolomite della stessa raccolta registrato col n. 7883. La parte superiore, fig. 16, sembra composta di sei individui riuniti l'uno all'altro secondo la solita legge. Ed in verità ove si aggruppino successivamente sei romboedri, come si è fatto nelle fig. 18 e 19, la parte superiore del gruppo, fig. 18, apparrebbe identica a quella della fig. 16. Ma la parte inferiore del geminato, la quale nell'ipotesi del gruppo di sei cristalli dovrebbe presentare un imbuto, come indica la fig. 19, si mostra invece nell'esemplare come addita la fig. 17. Ciò vuol dire che il cristallo si compone di un romboedro attorno a cui tre altri sono aggruppati, i quali sono fra loro paralleli, ed hanno comune col precedente l'asse di geminazione [111]. Tal cristallo di Dolomite è impiantato sovra un fiocco di cristalli di Quarzo tanto che uno dei minori romboedri nelle fig. 16 e 17 non riesca distinto. Sono però di bellissimo effetto li cinque spigoli sporgenti, e le varie linee di intersezione dei successivi individui, le quali poco manca non si riuniscano in un punto solo come suppone la fig. 16.

Le faccie, da cui i geminati di Dolomite di Traversella sono terminati, non si riducono alle sole faccie del romboedro fondamentale 100 come nei citati esempi.

Geminati 100; 111 [1] — fig. 20 e 70.

È tal fiata discretamente sviluppata la base 111 come nella fig. 20. Questa figura si riferisce ad un geminato della mia raccolta, n. 7868 al R. Instituto tecnico, il quale si compone di due individui riuniti in modo analogo a quelli delle fig. 12 e 13. I cristalli sono per una parte assai puri, mentre per l'altra sono rivestiti da qualche cristalluccio di Quarzo, Pirite, e sovrattutto di Mesitina avente la stessa forma della Dolomite, cioè 100, 111.

Una Dolomite trovata in questi ultimi giorni a Traversella, n. 13440 al R. Instituto tecnico, si compone di due gemelli, i quali sono terminati nella parte inferiore da una larghissima faccia $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ comune ad entrambi, e di cui un solo mostra 111 nella parte superiore. La fig. 70 dà un'idea di questo rimarchevole geminato. Le faccie sue sono tempestate da piccole lenti di una specie di Calcare bianco latteo, che le rende appannate. L'intorbidamento delle pareti del cristallo penetra di circa un decimo di millimetro, ed è forse dovuto ad un'azione di decomposizione posteriore alla sua formazione. Le sole faccie superiori del gemello, che nella fig. 70 si presentano a destra, non sono appannate, e paiono dovute ad una sfaldatura: e questa potrebbe anche aver portata via la porzione di tal gemello in cui si trovava 111.

Geminato 100, $10\bar{1}$; 111, 110 [2] — fig. 21.

È interessantissimo il geminato di Dolomite che si trova sull'esemplare n. 8004 della mia raccolta deposta all'Instituto. La matrice dell'esemplare si compone di Magnetite granulare cementata da Quarzo, Dolomite, e Mesitina, entro cui sono disseminati bellissimi cristalli di Pirite ($\pi 321$, $\pi 421$, $\pi 210$, 100, $\pi 453$). Sovra codesta matrice si apre una drusa tempestata da piccoli romboedri di Dolomite, che si riuniscono in modo da fare aggregati selliformi, da alcuni fiocchi di cristalli di Quarzo assai nitidi ed interessanti per la loro forma, e finalmente da alcune lenti di Mesitina. Sovra tutti è coricato il geminato della fig. 21. Ciascun gemello si compone del prisma $10\bar{1}$ assai sviluppato, e del romboedro 100, con piccole facciuzze appartenenti al romboedro 110 ed alla base 111. Le faccie del romboedro 100 sono splendenti ed hanno un po' di quell'aspetto perlaceo che spesso caratterizza la Dolomite in piccoli cristalli. Invece le faccie del prisma $10\bar{1}$ sono appannate e paiono anzi ammantate da lievissimo intonaco. La riunione dei gemelli è fatta in modo che essi hanno comune una delle faccie del prisma $10\bar{1}$, la quale potrebbe qui assumersi come faccia di geminazione.

Geminato 100; $50\bar{3}$ [3] — fig. 22.

La fig. 22 si riferisce ad un geminato di Dolomite della raccolta, che l'avv. Gastaldi ha anche riunita a quella del R. Instituto tecnico ed in cui ha il n. 9612.

[1] 100; 111 $= P$; a' (Levy) $= R$; 0R (Naumann) $= \infty a : a : a : c$; $\infty a : \infty a : \infty a : c$ (Weiss).

[2] 100, $10\bar{1}$; 111, 110; $= P$, d'; a', b' (Levy) $= R$, $\infty P2$; 0R, $-\frac{1}{2} R$ (Naumann)

$$= \infty a : a : a : c,\ a : \frac{1}{2} a : a : \infty c;\ \infty a : \infty a : \infty a : c,\ \infty a' : d' : a' : \frac{1}{2} c \text{ (Weiss).}$$

[3] 100; $50\bar{3} = P$; $d^{\frac{5}{3}}$ (Levy) $= R$; R^4 (Naumann)

$$= \infty a : a : a : c;\ \frac{1}{3} a : \frac{1}{11} b : \frac{1}{8} a : \frac{1}{13} b' : \frac{1}{5} a : \frac{1}{2} b : \frac{1}{2} c \text{ (Weiss).}$$

L'aspetto del geminato è lo stesso di quello della fig. 11, ma gli spigoli laterali dei romboedri sono qui smussati da due faccie appartenenti allo scalenoedro tetracisesaedrico $50\bar{3}$. Infatti l'angolo fatto dalle medesime mostrasi al goniometro di applicazione di circa 37°. Ora assumendo 73°. 45′ per l'angolo del romboedro fondamentale della Dolomite mostra il calcolo che l'angolo laterale dello scalenoedro $50\bar{3}$ sarebbe di 36°. 52′. Questo scalenoedro non venne finquì osservato nella Dolomite per quanto io mi sappia.

$$50\bar{3} = d^{\frac{5}{3}} \text{ (Levy) } = R^4 \text{ (Naumann) } = \frac{1}{3}a : \frac{1}{11}b : \frac{1}{8}a : \frac{1}{13}b' : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c \text{ (Weiss).}$$

L'esemplare è isolato, ma uno dei due cristalli aggruppati attorno al centrale è rotto. Il geminato è piuttosto regolare, solo che da una parte si vedono traccie distinte della faccia 111.

Geminato 100; $3\bar{1}\bar{1}$ (¹) — fig. 23.

I geminati di Dolomite di Traversella composti di romboedri semplici portano spesso verso il vertice inferiore dei rombi, che li terminano, strie e traccie distinte di un romboedro diretto più acuto del fondamentale. I trattati indicano che questo romboedro è $3\bar{1}\bar{1}$. Ed infatti il geminato dell'Instituto n. 1093 disegnato colla fig. 23, che si fregia di rimarchevole bellezza e splendore, si compone appunto dei romboedri 100 e $3\bar{1}\bar{1}$. Le faccie di $3\bar{1}\bar{1}$ sono appannate e striate parallelamente alla loro intersezione con 100, mentre le faccie di 100 sono splendentissime. Gli spigoli che in alcuni punti nascono dall'incontro delle successive faccie di $3\bar{1}\bar{1}$ sono lievemente smussati da una facciuzza del prisma esagono $10\bar{1}$.

Geminato 100, $7\bar{2}\bar{2}$ e $10\bar{1}$ (²) — fig. 24 e 25.

Ma non è sempre $3\bar{1}\bar{1}$ il romboedro che così si mostra. La fig. 24 si riferisce ad un esemplare della mia raccolta n. 7873 dell'Instituto, ed il rappresenta con regolarità maggiore di quella che esso realmente ha. Ciascun gemello consta del romboedro fondamentale 100 a faccie limpide e del romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ a faccie appannate e striate. La natura del romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ si svela col goniometro di applicazione giacchè le misure che si ottengono si avvicinano assai agli angoli 100, $7\bar{2}\bar{2}$ = 27°. 1′; $7\bar{2}\bar{2}$, $\bar{2}7\bar{2}$ = 109°. 48′ che il calcolo indica. Le misure ottenute si allontanarono troppo dagli angoli 100, $3\bar{1}\bar{1}$ = 31°. 33′; $3\bar{1}\bar{1}$, $\bar{1}3\bar{1}$ = 113°. 53′ relativi al romboedro $3\bar{1}\bar{1}$, perchè si possa ritenere quest'ultimo.

Gli spigoli laterali del romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ sono in qualche parte smussati dalle faccie del prisma esagono $10\bar{1}$, ed ivi la forma del geminato si aggruppa sotto il tipo disegnato nella fig. 25.

(¹) 100; $3\bar{1}\bar{1}$ = P; e^3 (Levy) = R; 4R (Naumann) = $\infty a : a : a : c$; $\infty a : a : a : 4c$ (Weiss).

(²) 100, $7\bar{2}\bar{2}$ e $10\bar{1}$ = P, $e^{\frac{7}{2}}$, e d' (Levy) = R, 3R, ed ∞P2 (Naumann)
= $\infty a : a : a : c$, $\infty a : a : a : 3c$, ed $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ (Weiss).

Geminato $7\bar{2}\bar{2}$ [1] — fig. 26.

Tal altra fiata domina quasi esclusivamente il romboedro $7\bar{2}\bar{2}$. Nel n. 7908 della mia raccolta, sovra Clorite verde chiara, assieme a cristalli di Quarzo trovasi un geminato di Dolomite assai bello, che ha la forma e la disposizione indicata dalla fig. 26. Le faccie di $7\bar{2}\bar{2}$ sono striate parallelamente alla retta $[01\bar{1}]$ e riescono perciò appannate.

Geminato $7\bar{2}\bar{2}$; $55\bar{4}$, $10\bar{1}$ [2] — fig. 27.

Qualcuna delle Dolomiti sovrapposte allo stesso esemplare offre il romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ con tutti i suoi spigoli smussati. Tali geminati si avvicinano allora al tipo della fig. 27, e si compongono del romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ smussato dalle faccie del prisma esagono $10\bar{1}$, e da quelle del romboedro $55\bar{4}$.

I romboedri $7\bar{2}\bar{2}$ e $55\bar{4}$ notissimi nel Calcare non vennero finquì osservati nella Dolomite per quanto io sappia. Le notazioni di tali romboedri secondo i diversi autori sono

$$\left.\begin{array}{l} 7\bar{2}\bar{2} = e^{\frac{7}{2}} \text{ (Levy)} = 3\text{R (Naumann)} \quad = \infty a : a : a : 3c \\ 55\bar{4} = e^{\frac{4}{5}} \text{ (Levy)} = -\frac{3}{2}\text{R (Naumann)} = \infty a' : a' : a' : \frac{3}{2}c \end{array}\right\} \text{(Weiss).}$$

Le loro faccie non sono brillanti, hanno sempre un colore più o meno traente al rossigno. Importa tuttavia assai il notare come le Dolomiti di Traversella presentino il romboedro $7\bar{2}\bar{2}$ assai sviluppato sovrattutto quando sono impiantate sovra la Clorite.

II. Dolomite di Pesey.

Geminati 100, ed anche 100; $3\bar{1}\bar{1}$ [3] — fig. 28.

Le Dolomiti di Pesey nella Tarantasia sono per lo più in piccoli romboedri, che raramente hanno più di uno o due centimetri di lato, e sono associate ad interessantissimi cristalli di Quarzo, Albite, Galena, Bournonite, e ad Antimonite capillare. I romboedri per lo più sono semplici, striati parallelamente a $[01\bar{1}]$, ed associati parallelamente fra loro.

Rinvengonsi tuttavia geminazioni delle quali è asse $[111]$ e che hanno molta rassomiglianza a quelle delle fig. 10 e 11. Fra le Dolomiti di Pesey dell'Instituto tecnico è rimarchevole l'esemplare n. 9610 appartenente all'avv. Gastaldi, il quale consta di un nitidissimo geminato posto sovra minori cristalli di Dolomite e Quarzo. Esso si compone del romboedro fondamentale, i cui vertici sono troncati da facciuzze della base 111, e del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$. Le une e le altre sono nitidissime, e se ne

(1) $7\bar{2}\bar{2} = e^{\frac{7}{2}}$ (Levy) $= 3$R (Naumann) $= \infty a : a : a : 3c$ (Weiss).

(2) $7\bar{2}\bar{2}$; $55\bar{4}$, $10\bar{1} = e^{\frac{7}{2}}$; $e^{\frac{4}{5}}$, d' (Levy) $= 3$R; $-\frac{3}{2}$R, ∞P2 (Naumann)

$= \infty a : a : a : 3c$; $\infty a' : a' : a' : \frac{3}{2}c$; $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ (Weiss).

(3) 100; $3\bar{1}\bar{1}$ = P; e^3 (Levy) = R; 4R (Naumann) $= \infty a : a : a : c$; $\infty a : a : a : 4c$ (Weiss).

possono agevolmente misurare gli angoli col goniometro di riflessione. E così la misura dell'angolo 100, $3\bar{1}\bar{1}$ dà un risultato vicinissimo a 31°. 33′ come vuole il calcolo. La fig. 28 dà un'idea della disposizione del geminato di cui si discorre.

III. Dolomite di Crevola,

A Crevola nella provincia dell'Ossola trovasi una importante cava di marmo saccaroide bianco da cui si possono trarre imponenti massi; e se ne trassero già colonne di 11^{m} di lunghezza e di più di 1^{m} di diametro. In questo Calcare si trovano talvolta delle geodi con cristalli di Cianite, Staurotide, Tormalina, ed anche di Dolomite. Mentre si stava caricando una colonna di tal marmo di $10^{m},78$ di lunghezza e di $1^{m},17$ di diametro che era destinata all'arco della Pace di Milano, il quale è formato di tal marmo, una così fatta drusa che era dentro all'anima della colonna fu causa che essa si rompesse trasversalmente. Un frammento di tal drusa è all'Instituto tecnico col n. 3291, e si mostra cosperso di piccoli cristalli di Dolomite, i quali sono formati dal romboedro fondamentale, e geminati nello stesso modo in cui il sono le Dolomiti di Traversella delle fig. 12 e 13.

IV. Calcare di Traversella — 1.ª famiglia.

I geminati di Calcare di Traversella ad asse [111] sono forse ancor più interessanti di quelli di Dolomite.

Geminato $20\bar{1}$; $2\bar{1}\bar{1}$ (¹) — fig. 29.

La fig. 29 si riferisce all'esemplare n. 970 della raccolta dell'Instituto tecnico. Esso consta di Quarzo cristallino raggiante le cui punte sono affatto cosperse da piccoli cristalli di Calcare, fra cui uno se ne trova coricato di fianco e libero ai due estremi, che ha la forma indicata dalla fig. 29. È desso un geminato composto dello scalenoedro $20\bar{1}$ e delle faccie del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, che pel fatto stesso della geminazione si presentano solo corrispondenti agli spigoli acuti terminati dallo scalenoedro.

Geminato $20\bar{1}$; $2\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{1}$ (²) — fig. 30.

Ned è essenzialmente diverso il cristallo della fig. 30 che fa parte della raccolta del museo di Torino ove ha il n. 8651. Esso è isolato, e si presenta assai trasparente e nitido di quasi 35 millimetri di lunghezza. Ogni gemello si compone anche essenzialmente dello scalenoedro $20\bar{1}$, con facciuzze relative al prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, le quali trovansi però sviluppate anche corrispondentemente agli spigoli terminali ottusi dello scalenoedro. Se realmente la metà inferiore del geminato dopo

(¹) $20\bar{1};\ 2\bar{1}\bar{1} = d^{2};\ e^{2}$ (Levy) $= R^{3};\ \infty R$ (Naumann)
$= a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : c;\ \infty a : a : a : \infty c$ (Weiss).

(²) $20\bar{1};\ 2\bar{1}\bar{1},\ 11\bar{1} = d^{2};\ e^{2},\ e^{1}$ (Levy) $= R^{3};\ \infty R, -2R$ (Naumann)
$= a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : c;\ \infty a : a : a : \infty c,\ \infty a' : a' : a' : 2c$ (Weiss).

girata di 180° attorno all'asse [111] dovesse completare la metà superiore rimasta immobile, tali facciuzze non dovrebbero mostrarsi. Gli spigoli acuti di $20\bar{1}$ sono smussati da piccole faccie del romboedro $11\bar{1}$.

Geminato $20\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{1}$, 110 (1) — fig. 31.

I geminati di Calcare, dei quali noi ragioniamo, offrono talora altre faccie di romboedri. Un cristallo della mia raccolta n. 7682bis dell'Instituto che è dipinto nella fig. 31, si compone di $20\bar{1}$, e del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$, le cui faccie fanno alternativamente angolo saliente e poi rientrante con quelle corrispondenti del geminato inferiore. Per determinare la natura del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$ non occorrono misure: basta l'osservare che lo spigolo [$3\bar{1}\bar{1}$, $20\bar{1}$] è parallelo allo spigolo acuto [$20\bar{1}$, $02\bar{1}$] che termina lo scalenoedro $20\bar{1}$. Le punte del geminato mostrano poi ancora le faccie del romboedro 110. Le faccie di 110 sono rugose; un po' meno, ma tuttavia appannate sono quelle di $20\bar{1}$; le faccie di $3\bar{1}\bar{1}$ invece non vanno prive di splendore.

Geminato $20\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{1}$, $30\bar{2}$, $13\,\bar{5}\bar{5}$, $2\bar{1}\bar{1}$ (2) — fig. 32.

La fig. 32 si riferisce ad un geminato di Calcare della mia raccolta n. 7682 all'Instituto tecnico. Esso presenta lo scalenoedro $20\bar{1}$ ben sviluppato, ed alquanto striato parallelamente agli spigoli del romboedro fondamentale. Tali strie hanno per effetto di incurvare le faccie dello scalenoedro, tanto che si perviene allo scalenoedro tetracisesaedrico, il cui spigolo ottuso è in zona colla faccia del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$: tale scalenoedro è il notissimo $30\bar{2}$. Oltre a questi due si nota nel cristallo un terzo scalenoedro, le cui faccie sono anche poste nella zona dello spigolo ottuso di $30\bar{2}$, ma tali faccie sono troppo indistinte, perchè se ne possa determinare la natura con qualche rigore.

Oltre alle faccie di $3\bar{1}\bar{1}$ si osservano facciuzze del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, che corrispondono agli spigoli terminali acuti dello scalenoedro $20\bar{1}$; e fra la faccia $11\bar{3}$ e la corrispondente $11\bar{2}$ un'altra se ne trova, che è relativa ad un romboedro diretto, che si mostra essere $5\,5\,\bar{1}\bar{3}$. Infatti l'angolo $3\bar{1}\bar{1}$, $13\,\bar{5}\bar{5}$ si misurò di $4^\circ\frac{1}{2}$, mentre la teoria vorrebbe che fosse di $4^\circ.\,42'$. L'angolo fatto dalla faccia di $5\,5\,\bar{1}\bar{3}$ colla corrispondente del geminato inferiore si avvicina assai a quello che la teoria vorrebbe, quindi è che non rimane a dubitare della esistenza di $13\,\bar{5}\bar{5}$. Tale romboedro non venne ancora osservato per quanto io sappia, e la sua notazione è

$$13\,\bar{5}\bar{5} = e^{\frac{13}{5}} \text{ (Levy)} = 6R \text{ (Naumann)} = \infty a : a : a : 6c \text{ (Weiss)}.$$

(1) $20\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{1}$, $110 = d^2$; e^3, b^1 (Levy) $= R^3$; $4R$, $-\frac{1}{2}R$ (Naumann) $= a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : c$; $\infty a : a : a : 4c$, $\infty a' : a' : a' : \frac{1}{2}c$ (Weiss).

(2) $20\bar{1}$, $3\bar{1}\bar{1}$, $30\bar{2}$, $13\,\bar{5}\bar{5}$, $2\bar{1}\bar{1} = d^2$; e^3, $d^{\frac{3}{2}}$, $e^{\frac{13}{5}}$, e^2 (Levy) $= R^3$; $4R$, R^5, $6R$, ∞R (Naumann) $= a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : c$; $\infty a : a : a : 4c$, $\frac{1}{2}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{3}a : b : c$, $\infty a : a : a : 6c$, $\infty a : a : a : \infty c$ (Weiss).

Il geminato è penetrato da cubicini di Pirite; ed il piano di riunione dei gemelli è ben lungi dall'essere 111 come suppone la figura, giacchè essi si presentano in modo da mostrare ciascuno le due punte, ma tuttavia l'aspetto del geminato è in più di un luogo come quello della figura.

Geminato $20\bar{1}$; $30\bar{2}$, 110, $3\bar{1}\bar{1}$, $2\bar{1}\bar{1}$ con $2\bar{1}\bar{1}$ per faccia di riunione apparente [1] — fig. 33.

Il geminato della fig. 31 n. 13392 all'Instituto si compone di due individui analoghi ai precedenti composti di $20\bar{1}$; $30\bar{2}$, 110, $3\bar{1}\bar{1}$, $2\bar{1}\bar{1}$, ma di aspetto ben diverso. Il piano che è apparentemente quello secondo cui si riuniscono i due gemelli non è più parallelo alla faccia 111, ma si trova invece parallelo ad una faccia del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$.

Tale geminato è in una drusa posta sovra un impasto di Pirite, Magnetite e Calcare. La drusa è ricca di parecchie punte cristalline di Calcare, e di tali cristallucci sono gli uni semplici, sono gli altri geminati in modo da parere che ne sia 111 la così detta faccia di riunione.

Geminato $20\bar{1}$; 110, $55\bar{4}$, $55\bar{9}$, $21\bar{1}$, 16 10 $\bar{1}\bar{1}$, $64\bar{5}$, $32\bar{4}$ [2] — fig. 34.

Interessantissimo è il geminato della fig. 34 n. 976 all'Instituto, il quale si compone anche essenzialmente dello scalenoedro $20\bar{1}$, e dei romboedri inversi 110, $55\bar{4}$, $55\bar{9}$. Sono inoltre assai distinte le facciuzze di quattro scalenoedri.

Il primo scalenoedro si trova fra 110 e $20\bar{1}$ in zona collo spigolo del romboedro 110, la quale osservazione riunita ad una misura basta per chiarirne la natura; esso è lo scalenoedro icositetraedrico $21\bar{1}$.

Le faccie del secondo scalenoedro smussano lo spigolo $55\bar{4}$, $20\bar{1}$ facendo angolo di circa 10° con $55\bar{4}$. Se ora si mette cotesto angolo in calcolo si trova che la notazione la più semplice che meglio esprime la posizione di tal faccia è 16 10 $\bar{1}\bar{1}$: infatti $55\bar{4}$, 16 10 $\bar{1}\bar{1}$ = 10°· 30′. Lo scalenoedro 16 10 $\bar{1}\bar{1}$ non venne finquì osservato

[1] $20\bar{1}; 30\bar{2}, 110, 3\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}\bar{1} = d^2;\ d^{\frac{3}{2}},\ b^1,\ e^3,\ e^2$ (Levy) $= R^3; R^5, -\frac{1}{2}R, 4R, \infty R$ (Naumann)

$= a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : c ; \frac{1}{2} a : \frac{1}{7} b : \frac{1}{5} a : \frac{1}{8} b' : \frac{1}{3} a : b : c ,\ \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2} c,\ \infty a : a : a : 4c,\ \infty a : a : a : \infty c$ (Weiss).

[2] $20\bar{1}$; 110, $55\bar{4}$, $55\bar{9}$, $21\bar{1}$, 16 10 $\bar{1}\bar{1}$, $64\bar{5}$, $32\bar{4}$

$= d^2;\ b^1,\ e^{\frac{4}{5}},\ e^{\frac{9}{5}},\ e_2,\ b^{\frac{2}{11}}\ d^{\frac{1}{5}}\ d^{\frac{1}{8}},\ b^{\frac{2}{5}}\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{3}},\ b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{2}{3}}$ (Levy)

$= R^3;\ -\frac{1}{2}R,\ -\frac{3}{2}R,\ -14R,\ -\frac{1}{2}R^3,\ -R^{\frac{9}{5}},\ -\frac{7}{5}R^{\frac{11}{7}},\ -5R^{\frac{7}{5}}$ (Naumann)

$= a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : c ;\ \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2} c,\ \infty a' : a' : a' : \frac{3}{2} c,\ \infty a' : a' : a' : 14c,$

$a' : \frac{1}{4} b' : \frac{1}{3} a' : \frac{1}{5} b : \frac{1}{2} a' : b' : \frac{1}{2} c,\ \frac{1}{2} a' : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{16} b : \frac{1}{7} a' : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{5} c,$

$\frac{1}{2} a' : \frac{1}{13} b' : \frac{1}{11} a' : \frac{1}{20} b : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{5} c ,\ a' : \frac{1}{8} b' : \frac{1}{7} a' : \frac{1}{13} b : \frac{1}{6} a' : \frac{1}{5} b' : c$ (Weiss).

nel Calcare per quanto io sappia: esso gode di belle proprietà zonari, e non v'ha perciò ragione alcuna per non ammetterlo. Le sue notazioni sono

$$16\ 10\ \overline{11} = b^{\frac{2}{11}}\ d^{\frac{1}{5}}\ d^{\frac{1}{8}}\ \text{(Levy)} = -\mathrm{R}^{\frac{9}{5}}\ \text{(Naumann)}$$
$$= \frac{1}{2}a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{9}a' : \frac{1}{16}b : \frac{1}{7}a' : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{5}c\ \text{(Weiss)};$$

ed è l'inverso dello scalenoedro $70\bar{2}$ già noto nel Calcare.

Le faccie del terzo scalenoedro ottusano lo spigolo acuto terminale di $20\bar{1}$, e fanno fra di loro un angolo di circa 17°. 38′. Se ora si pone tale angolo in calcolo si trova che esso corrisponde allo scalenoedro $64\bar{5}$; ed infatti calcolando si ha $64\bar{5}$, $46\bar{5}$ = 17°. 34′. Son già noti a dir lo vero parecchi scalenoedri le cui faccie ottusano lo spigolo acuto di $20\bar{1}$; nella eccellente monografia dello Zippe trovansi disegnati parecchi cristalli ove tale ottusamento si mostra [1]. Ma tutti questi scalenoedri già noti hanno uno spigolo ottuso terminale il cui angolo diedro è più acuto dell'angolo da noi misurato. Lo scalenoedro che più si avvicina a quello che si osserva nel Calcare di Traversella è $53\bar{4}$ il cui angolo ottuso è di 21°. 52′. Ma quest' angolo è troppo lontano da quello di 17°. 38′ che si misurò, perchè si possa non ammettere lo scalenoedro

$$64\bar{5} = b^{\frac{2}{5}}\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{3}}\ \text{(Levy)} = -\frac{7}{5}\mathrm{R}^{\frac{11}{7}}\ \text{(Naumann)}$$
$$= \frac{1}{2}a' : \frac{1}{13}b' : \frac{1}{11}a' : \frac{1}{20}b : \frac{1}{9}a' : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{5}c\ \text{(Weiss)}.$$

Un quarto scalenoedro si osserva finalmente le cui faccie sembrano quasi essere in zona con $55\bar{9}$ e $20\bar{1}$, e fanno colle faccie di $55\bar{9}$ un angolo di circa 10°. Le faccie dello scalenoedro $32\bar{4}$ non sono molto lungi dall'essere in zona con $55\bar{9}$ e $20\bar{1}$, e fanno con $55\bar{9}$ un angolo non molto lontano da 10°. Quindi è che siccome le faccie del geminato delle quali noi ci occupiamo sono poco nitide ed alquanto rotondate, e non si può perciò verificare se gli spigoli che esse fanno con $55\bar{9}$ e $20\bar{1}$ siano rigorosamente paralleli, non ho difficoltà a ritenerle per appartenenti allo scalenoedro $32\bar{4}$ già noto e semplicissimo.

Triplo geminato 110, $44\bar{7}$, $3\bar{1}\bar{1}$, $20\bar{1}$; $33\bar{1}$, $11\bar{1}$, $55\bar{9}$, $30\bar{2}$, $5\bar{2}\bar{2}$, [2] — fig. 71.

Pochissimo tempo fa si è trovato a Traversella un esemplare contenente alcuni cristalli di Calcare impiantati sovra Dolomite selliforme, i quali sono assai rimarchevoli. Essi sono rappresentati dalla fig. 71 ed hanno all'Instituto il n. 13441. Essi

(1) Vedi fig. 89, 88, 82, 59, 58, 53, 35. — Zippe, *Krystallgestalten des Kalkhaloides*. Wien 1851.

(2) 110, $44\bar{7}$, $3\bar{1}\bar{1}$, $20\bar{1}$; $33\bar{1}$, $11\bar{1}$, $55\bar{9}$, $30\bar{2}$, $5\bar{2}\bar{2}$

$$= b^1,\ e^{\frac{7}{4}},\ e^3,\ d^2;\ e^{\frac{1}{3}},\ e^1,\ e^{\frac{9}{5}},\ d^{\frac{3}{2}},\ e^{\frac{5}{2}}\ \text{(Levy)}$$
$$= -\frac{1}{2}\mathrm{R},\ -11\mathrm{R},\ 4\mathrm{R},\ \mathrm{R}^3;\ -\frac{4}{5}\mathrm{R},\ -2\mathrm{R},\ -14\mathrm{R},\ \mathrm{R}^5,\ 7\mathrm{R}\ \text{(Naumann)}$$
$$= \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2}c,\ \infty a' : a' : a' : 11c,\ \infty a : a : a : 4c,\ a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : c;$$
$$\infty a' : a' : a' : \frac{4}{5}c,\ \infty a' : a' : a' : 2c,\ \infty a' : a' : a' : 14c,\ \frac{1}{2}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{3}a : b : c,\ \infty a : a : a : 7c\ \text{(Weiss)}.$$

compongonsi essenzialmente dei romboedri 110, $44\bar{7}$ e $3\bar{1}\bar{1}$ unitamente allo scalenoedro $20\bar{1}$, ed hanno piccole facciuzze dei romboedri $33\bar{1}$, $11\bar{1}$, $5\bar{2}\bar{2}$, $55\bar{9}$ [1] e dello scalenoedro $30\bar{2}$. I cristalli hanno le loro estremità sviluppate e si può osservare che esse sono parallele, sicchè i cristalli potrebbero parere semplici e non geminati. È vero che si osserva verso il mezzo del cristallo una serie di angoli rientranti, ma essi potrebbero parere dovuti alla riunione di due cristalli paralleli avvenuta nel modo seguente. Abbiansi due cristalli completi paralleli l'uno sopra e l' altro sottostante in modo, che abbiano comune l'asse principale; si avvicinino poscia i medesimi secondo l'asse cumune, e si penetrino in modo, che parte della punta inferiore del cristallo superiore e parte della punta superiore del cristallo inferiore rimangono elise. Si otterrà un cristallo come quello della fig. 71 composto di due individui paralleli. Ma tuttavia la cosa non è così.

Se si osserva bene sul cristallo il congiungimento delle due metà si vede, che esso si fa secondo linee, le quali sono poste a piccolissima ma tuttavia a visibile distanza le une dalle altre, e che l' intervallo fra tali linee è occupato da una porzione di cristallo, che pare in posizione diversa da quella delle due estremità del medesimo. Ed infatti se si fa il sacrificio di uno di questi cristalli e si rompe, si osserva, che tra la metà superiore e la metà inferiore di esso v'ha una sottil lastra di Calcare, le cui sfaldature non sono punto parallele alle sfaldature delle due metà del cristallo. Si scorge facilmente, che tale lastra intermedia è, rispettivamente alle metà del cristallo, girata di 180° attorno all'asse [111]. Quindi è che il geminato della fig. 71 si compone di una porzione di cristallo superiore; poscia di una sottile lastra girata di 180° attorno all' asse [111]; e quindi di una porzione inferiore di cristallo girata di altri 180° attorno allo stesso asse [111] rispetto alla lastra contro cui si addossa, e tornata perciò parallela alla parte superiore del cristallo.

V. Calcare di Traversella — 2.ª famiglia.

I cristalli geminati e semplici della precedente famiglia hanno tutti un abito scalenoedrico, e sono fisicamente caratterizzati da una certa trasparenza bigiccia vitrea. I cristalli semplici e geminati di questa seconda famiglia sono invece essenzialmente formati dal prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ e dal romboedro 110, e si distinguono anche per l'aspetto fisico, giacchè sono per lo più appannati e mancano di trasparenza. Il prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ è più o meno sviluppato sicchè talvolta si finisce per passare a cristalli composti puramente del romboedro 110 il quale conserva ancora lo stesso aspetto caratteristico.

Geminato 110, $2\bar{1}\bar{1}$ [2] — fig. 35.

La fig. 35 rappresenta il n. 13393 dell' Instituto, il quale è un geminato semplicissimo, di cui si riconosce la legge di geminazione alla sua prima vista. L'esemplare

[1] Il romboedro del cristallo pare più acuto di $55\bar{9}$, ma la faccia è troppo poco nitida per potervi determinare sopra un nuovo romboedro.

[2] 110, $2\bar{1}\bar{1}$ $= b^1, e^2$ (Levy) $= -\frac{1}{2}$ R, ∞R (Naumann) $= \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2} c, \infty a : a : a : \infty c$ (Weiss).

è perfetto, e si tornerà in seguito sovra le appendici annesse al cristallo principale, che si vedono nel disegno.

Triplo geminato 110, $2\bar{1}\bar{1}$ [1] — fig. 36.

Il n. 13394 dell' Instituto, fig. 36, può sembrare un cristallo simile al precedente, ma semplice invece di essere geminato: ma se si osserva attentamente l'esemplare si scorge, che esso si compone di tre parti, di cui le due estreme sono parallele, e la intermedia è rispetto ad esse girata di 180° attorno all'asse [111]. Cosicchè si ripete qui il fatto già osservato nel geminato della fig. 71.

VI. Calcare di Traversella — 3.ª famiglia.

I cristalli di Calcare di Traversella che si aggruppano sotto questa terza famiglia sono anche composti del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ e del romboedro 110, ma hanno per lo più le faccie dello scalenoedro $20\bar{1}$, che talora sono assai sviluppate. Essi sono quasi trasparenti, non hanno la tinta gialliccia di quelli della seconda famiglia, ma sono o bianchi, o traenti leggerissimamente al bruno. I cristalli sono ora semplici, ed ora geminati ad asse [111] soprattutto se voluminosi.

Geminato $2\bar{1}\bar{1}$, 110, $20\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{1}$ [1].

Il più bell' esemplare di questa famiglia che sia venuto da Traversella è quello della fig. 38 n. 7717 della mia raccolta all' Instituto. Questo stupendo geminato è di tutta bellezza e nitore, ha una lunghezza di 7 centim. ed è perfettamente terminato dalle due parti, essendo impiantato per una faccia del prisma sulla matrice. Esso si compone del prisma $2\bar{1}\bar{1}$, del romboedro 110, dello scalenoedro $20\bar{1}$, e mostra piccole faccie del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$.

Relazioni fra i Calcari delle varie famiglie.

I cristalli della seconda famiglia, ove si rompano, mostrano quasi sempre nel loro interno un nucleo di Calcare cristallino parallelo, il quale sembra appartenere alla prima famiglia. Ed infatti il n. 7984 dell'Instituto, fig. 37, mostra uno scalenoedro di Calcare, assai corroso a dir lo vero, sicchè solo per analogia si può presumere che esso sia $20\bar{1}$. Tale cristallo ha l'abito scalenoedrico e l'aspetto caratteristico della prima famiglia. Sovra di esso ed in posizione parallela trovasi impiantato un grosso romboedro 110 avente tutto l'aspetto dei cristalli della seconda famiglia. Lunghesso le faccie dello scalenoedro medesimo e sempre in posizione parallela si innestano altri minori romboedri della stessa forma ed aspetto, la cui disposizione mostra che se le circostanze fossero rimaste le stesse si avrebbe finito per avere un cristallo come

[1] $2\bar{1}\bar{1}$, 110, $20\bar{1}$; $3\bar{1}\bar{1}$ $= e^2, b^1, d^2; e^3$ (Levy) $= \infty R, -\frac{1}{2}R, R^3; 4R$ (Naumann)

$= \infty a : a : a : \infty c,\ \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2}c,\ a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : c;\ \infty a : a : a : 4c$ (Weiss).

parte di quello della fig. 35. Quindi è che in generale si può conchiudere che i Calcari della seconda famiglia sono più recenti che quelli della prima, e che spesso primi hanno nel loro interno un nucleo parallelo formato dai secondi, riescendo così i primi semplici o geminati secondo che gli ultimi il sono.

Sovra i cristalli della seconda famiglia si trovano impiantati, ed anche paralleli, cristalli bianchi e trasparenti talora formati pure dal solo $2\bar{1}\bar{1}$ e 110, ma che hanno per lo più anche le faccie di $20\bar{1}$, e che appartengono perciò alla terza famiglia. La fig. 35 dà un' idea di questa disposizione che si osserva in molti esemplari dell'Instituto. Nè queste appendici di cristalli della terza famiglia si addossano sovra cristalli della seconda in modo da coprirne solo qualche parte, come succede nella fig. 35, ma più sovente li ricoprirono tutto attorno, tanto che qualche volta il nucleo sottostante ne è quasi completamente mascherato.

Ne nasce quindi che a Traversella sono a distinguersi tre Calcari di diversa età, di cui i più antichi sono formati essenzialmente dello scalenoedro $20\bar{1}$; gli intermedii sono appannati e composti essenzialmente del romboedro 110 colle faccie del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ più o meno sviluppato; nei più recenti domina il prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ con il romboedro 110 e lo scalenoedro $20\bar{1}$ quasi egualmente sviluppati.

Analogia dei calcari di Traversella e di quelli del Derbyshire.

Se si paragonano i geminati ed i varii gruppi di Calcare di Traversella con quelli di altre località non si può a meno di osservare la grande somiglianza, che essi hanno con quelli del Derbyshire. Qui infatti sono frequenti i geminati di Calcare ad asse [111] formati come a Traversella o dallo scalenoedro $20\bar{1}$ dominante, ovvero dal romboedro 110 col prisma esagono, o finalmente dal prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, collo scalenoedro $20\bar{1}$, e col romboedro 110. Se si gettano gli occhi sovra un atlante di qualche trattato di Mineralogia si scorge immediatamente l'identità delle forme dei cristalli delle due località. Persino l'aspetto dei medesimi è talvolta identico, sicchè si potrebbero scambiare gli uni cogli altri. E tuttavia la giacitura di tali cristalli è ben diversa.

Nel Derbyshire i cristalli di Calcare si trovano in filoni di Galena con qualche poco di Calcopirite aventi per matrice Calcare, Fluorite (talora in superbi cristalli) e Baritina. I filoni sono in un terreno calcareo e dolomitico, i cui strati alternano con masse di trappo (1).

A Traversella invece i cristalli di Calcare che si descrissero si trovano in una immensa massa di Magnetite che talora ha più di 60^m di potenza.

La Magnetite è ivi associata a Pirite, Pirrotina e Calcopirite, ed ha per matrice essenziale la Dolomite, il Quarzo e la Clorite, o qualche roccia cloritica o serpentinosa. Si rinvengono nidi di Galena, ma raramente. Tutte le citate sostanze dalla Pirrotina in fuori che è sempre compatta si trovano spesso in superbi cristalli e vanno talora accompagnate da non meno bei cristalli di Mesitina, Calcare, Scheelite (2),

(1) V. Dufrenoy et Elie de Beaumont, *Voyage métallurgique en Angleterre.* Paris, 1827, p. 270.

(2) Si rinvennero ultimamente dei cristalli di Scheelite notevolissimi gli uni per il loro nitore, gli altri per le loro dimensioni.

Ematite, Blenda e da qualche rarissimo bacillo di Antimonite. Questa immensa massa minerale è in un terreno essenzialmente composto di micascisti più o meno metamorfizzati, vicino al loro punto di confine colle sieniti. Essa è divisa in due parti da una cupola composta di roccia durissima detta Porta di Ferro dai minatori, descritta come amfibolica da taluni, e che in qualche punto ove io ebbi occasione di vederla si mostrava ora composta di un solidissimo impasto di Quarzo e Granato, ed ora eufotidea.

Quindi è che se, come non v'ha luogo a dubitare, la forma dei cristalli è una funzione delle circostanze della cristallizzazione, questa funzione può assumere gli stessi valori anche per circostanze affatto diverse.

§ II.

Asse di geminazione [001].

I. Calcare geminato di Traversella 110, $2\bar{1}\bar{1}$ (1) — fig. 39.

Negli esemplari testè portati da Traversella all'Instituto (n. 13442) si trova un geminato di Calcare in cui è asse di geminazione lo spigolo del romboedro fondamentale, e di cui è perciò faccia di geminazione la faccia del romboedro 110. Si immagini il cristallo semplice della fig. 40 composto del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ e del romboedro 110 tagliato da un piano perpendicolare alla faccia del romboedro 110. Si supponga quindi girata di 180° una delle metà del cristallo così ottenute attorno ad un asse parallelo alla faccia del romboedro 110, e parallelo quindi allo spigolo del romboedro fondamentale: si otterrà il geminato della fig. 39, che è immagine sufficientemente fedele del cristallo di Calcare di Traversella di cui si parlò.

Il piano secondo cui si suppone tagliato il cristallo semplice della fig. 40 non è una faccia possibile del sistema cristallino del Calcare (2), od almeno è una faccia, la cui notazione è di insolita complicazione, a seconda di quanto si disse sul geminato ad asse [$\bar{1}$22]. Del resto nel nostro caso si potrebbe anche ritenere per asse di geminazione la perpendicolare alla faccia del romboedro 110.

Le faccie del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ sono poco perfette; sono assai più belle quelle del romboedro 110, quantunque siano lievemente striate parallelamente a [001].

II. Calcare geminato di Andreasberg $2\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{1}$, 210 (3) — fig. 41.

Nel 1851 ho fatto acquisto nell'Harz di un cristalluccio di Calcare, uno dei più belli che io vedessi mai, il quale mi venne dato come proveniente da Andreasberg,

(1) 110, $2\bar{1}\bar{1}$ $= b^1, e^2$ (Levy) $= -\frac{1}{2}R, \infty R$ (Naumann) $= \infty a' : a' : a' : \frac{1}{2}c, \infty a : a : a : \infty c$ (Weiss).

(2) Perchè il piano perpendicolare alla faccia di 110 fosse una faccia possibile sarebbe necessario che $\tan^2$ 100, 111 fosse un numero razionale. Se si assume che nel calcare 100, 111 = 54°. 36′. 36″ (V. Miller and Brooke *Mineralogy of* Phillips) si trova $\tan^2$ 100, 111 $= \frac{1}{1,02760}$ .....

(3) $2\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{1}$, 210 $= e^2, e^1, b^2$ (Levy) $= \infty R, -2R, \frac{2}{3}P2$ (Naumann)

$= \infty a : a : a : \infty c, \ \infty a' : a' : a' : 2c, \ a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}b' : a : \infty b : \frac{1}{3}c$ (Weiss).

e che è al R. Instituto tecnico col n. 13396. Esso ha quasi perfettamente la forma della fig. 41, e lascia sì poco a desiderare per la sua limpidezza e perfezione, che a mala pena si scopre il punto per cui aderiva alla matrice.

Non è difficile il rendere ragione di codesto curiosissimo geminato. Abbiasi un cristallo come quello della fig. 42 composto del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, del romboedro $11\bar{1}$, e dell'isosceloedro 210. Suppongasi tal cristallo tagliato con un piano parallelo ad una faccia del romboedro 110, e quindi facciasi girare una delle metà del cristallo attorno ad un asse perpendicolare a tal faccia: si otterrà un geminato come quello della fig. 43. Lo stesso geminato si otterrebbe ove si supponesse, che si avessero due cristalli paralleli, di cui ciascuno fosse la metà della fig. 42 e che si facesse poi girare una di queste metà di 180° attorno all' asse [001]. La notazione della fig. 43 è scritta in tale ipotesi.

Suppongasi ora che le faccie 102, $1\bar{1}1$ e le corrispondenti 012, $\bar{1}11$ siano sovra l'uno e l'altro gemello tanto sviluppate da far scomparire in entrambi le tre faccie $1\bar{2}1$, $\bar{1}\bar{1}2$, $\bar{2}11$, del prisma esagono sovra ciascun gemello. Ove le dimensioni del geminato siano convenienti potrà succedere che le quattro faccie $1\bar{1}1$, 102, 012, $\bar{1}11$ di entrambi i gemelli vengano a riunirsi in un punto: si avrà un geminato simile a quello della fig. 41. Suppongansi inoltre le faccie $2\bar{1}\bar{1}$ e la corrispondente $\bar{1}2\bar{1}$ più vicine al centro del geminato di quanto succede nella fig. 43, si avrà il geminato della fig. 41, che è quasi fedele pittura del geminato di Calcare di Andreasberg.

Le faccie dell' isosceloedro 210 sono appannate e munite delle strie [001] che sogliono manifestarsi in quasi tutti gli scalenoedri tetracisesaedrici del Calcare, e che così spesso ne incurvano le facce. Le tre faccie del prisma esagono che esistono, cioè $2\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{2}$, $\bar{1}2\bar{1}$ sono nitidissime, e tale è pure la faccia $11\bar{1}$. Le faccie $1\bar{1}1$ e $\bar{1}11$ sono rotondate e chiaramente si scorge nel cristallo che al posto loro vi sono due faccie scalenoedriche: ma siccome tale scalenoedro si avvicina moltissimo al romboedro $11\bar{1}$, ed i suoi angoli non riescono abbastanza ben determinati, non mi credo autorizzato a dare qui la notazione che risulterebbe per tali faccie dalle osservazioni di angolo, che feci. Vuolsi finalmente notare che nel punto d'incontro delle faccie $1\bar{1}1$, 102, 012, $\bar{1}11$ si mostrano due facciuzze appartenenti al romboedro fondamentale.

Quando si esamina per la prima volta questo superbo geminato non è facile il darne immediatamente ragione. Infatti l' irregolarità dello sviluppo delle faccie rende alquanto malagevole l'orientamento di ciascun gemello. Inoltre gli spigoli [$1\bar{1}1$, $2\bar{1}\bar{1}$], e [$\bar{1}11$, $\bar{1}2\bar{1}$] dell' un gemello sembrano determinare un piano comprendente anche i corrispondenti spigoli dell'altro gemello. La faccia parallela ai suddetti spigoli non è altro che quella del romboedro $5\bar{1}\bar{1}$. Ora siccome 110, $\bar{1}\bar{1}5 = 89°.23'$, ne viene che il piano formato in un gemello dagli spigoli [$1\bar{1}1$, $2\bar{1}\bar{1}$] e [$\bar{1}11$, $\bar{1}2\bar{1}$] è quasi perpendicolare alla faccia di geminazione, e sembra perciò una continuazione del piano passante per i corrispondenti spigoli dell'altro gemello.

Si arriva presto a trovare la legge di geminazione ove si disponga l' esemplare in modo che lo spigolo [210, 120] dell'un gemello sia verticale: lo spigolo corrispondente del secondo gemello riesce verticale, e resta visto che la zona [001] è comune ai due cristalli. Si osserva allora anche come malgrado il poco nitore delle faccie $1\bar{1}1$ e $\bar{1}11$ lo spigolo [201, $1\bar{1}1$] dell'un gemello, il corrispondente spigolo

dell'altro gemello e la linea di intersezione delle due faccie $1\bar{1}1$ del gemello di sinistra con $\bar{1}11$ del gemello di destra riescano parallele. Infatti 201 e $1\bar{1}1$ determinano una zona $[\bar{1}12]$ nella quale si trova anche la faccia di geminazione 110.

I geminati di Traversella e di Andreasberg, che si descrissero, hanno entrambi per asse di geminazione [001], ma riescono tuttavia di assai diverso aspetto. Nell'ultimo la faccia di geminazione è anche piano di riunione dei due gemelli: nel primo invece questo non succede. Gli assi principali dei due gemelli di Traversella fanno fra loro un angolo di 52°. 30′; quelli dei gemelli di Andreasberg sono ad angolo di 127°. 30′. Del resto Haidinger a cui tanto deve la Cristallografia, e sovrattutto lo studio dei geminati, cita nella sua Mineralogia (¹) geminati di Calcare ad asse [001] aggruppati secondo l'uno e l'altro dei descritti metodi. La loro forma è tuttavia tanto diversa da quella dei Calcari di Traversella e di Andreasberg, che non si credette inopportuno il farne qui parola.

III. Dolomite lamellare geminata di Traversella — fig. 44.

Il signor Fournet in una lunga ed elaborata Memoria sulla Dolomite (²) cita le Dolomiti di Traversella fra quei carbonati, che si presentano in cristalli attraversati da numerose lamelle geminate ad asse [001] che si svelano per mezzo di strie $[0\bar{1}1]$ sulle faccie di sfaldatura, e talvolta si fanno anche conoscere per certe sfaldature secondo le faccie del romboedro 110, che parecchi autori (³) mostrarono già non proprie al cristallo, ma conseguenza di ripetute geminazioni. Consimili Dolomiti si mostrano a Traversella non infrequenti specialmente nella miniera del cav. Riccardi detta di Castiglione (vedi n. 12247 all'Instituto tecnico di Torino e fig. 44). In qualcuno di essi la sfaldatura 110 è assai nitida, e le strie $[0\bar{1}1]$ sulle faccie 100 sono più o meno frequenti, ma in ogni caso assai pronunciate. In qualche punto si può misurare l'angolo fatto dalla faccia di sfaldatura del cristallo colle facciuzze di sfaldatura delle piccole lamelle geminate che il maggior cristallo contiene. La faccia di sfaldatura accidentale 110 è appannata, e sovra essa si distinguono due ordini di strie assai scanalate che il signor De Senarmont paragona assai felicemente a piccoli tubi. Tali strie corrispondono all'intersezione della faccia 110 colle lamelle geminate parallele agli altri due spigoli del romboedro fondamentale, e riescono perciò parallele a due degli spigoli del romboedro 110. Si possono talvolta seguire i contorni delle lamelle geminate in tutto il cristallo, perchè le strie $[0\bar{1}1]$ che si osservano per esempio sulla faccia 100 si proseguono sulla faccia 110 determinando un piano parallelo alla faccia 011. E se diligentemente si esaminano le rimanenti faccie del romboedro 110 si vedranno su di esse deboli strie parallele agli spigoli del romboedro stesso, le quali altro non sono che il proseguimento delle precedenti, ed indicano che le lamelle geminate attraversano tutto il cristallo.

(¹) Haidinger, *Lehrbuch der best. Mineralogie.* Wien 1844, pag. 262-264.

(²) Fournet, *Histoire de la Dolomie.* Annales de la Société royale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles. Lyon 1847.

(³) Naumann, *Lehrbuch der rein. n. ang. Krystall.* Leipzig 1830. II Band pag. 308. — De Senarmont, *Remarques sur la cristallisation du Spath calcaire.* Annales des mines, 1845, pag. 635.

§ III.

Asse di geminazione [112].

Geminato di Alten $20\bar{1}$; 100 (¹) — fig. 45.

Si sono osservate alcune geminazioni di Calcare di cui è asse lo spigolo del romboedro $3\bar{1}\bar{1}$ ossia [112], e di cui è perciò faccia di geminazione quella del romboedro $11\bar{1}$. Codesti geminati hanno qualche analogia coi descritti, e per metterla in evidenza rammenterò un bellissimo geminato di Calcare di Alten (Norvegia), fig. 45, che era esposto a Parigi nel 1855 dall'Università di Cristiania (²).

Ciascun gemello si compone dello scalenoedro $20\bar{1}$ e termina alla sua parte superiore con uno scalenoedro tetracisesaedrico ottusissimo, che si avvicina assai al romboedro fondamentale 100. Si intende assai bene la posizione rispettiva dei due gemelli, ove si immagini un cristallo semplice come quello della fig. 46 tagliato da un piano parallelo alla faccia del romboedro $11\bar{1}$. Tale piano sarà parallelo agli spigoli acuti dello scalenoedro [$20\bar{1}$, $02\bar{1}$] e [$\bar{2}0\bar{1}$, $0\bar{2}\bar{1}$]. Se ora si suppone girata di 180° e attorno ad un asse perpendicolare a tal piano una delle metà del cristallo, si avrà il geminato della fig. 47. Lo stesso geminato si otterrebbe ove si avessero due cristalli paralleli ed eguali alla metà della fig. 46, e si facesse girare l'una di esse di 180° attorno all'asse [112]. La notazione della fig. 47 è fatta in tale ipotesi. Supposta troncata la parte inferiore del cristallo da due faccie di sfaldatura si avrà precisamente il geminato della fig. 45. I due spigoli acuti dello scalenoedro $20\bar{1}$ che terminano lateralmente i gemelli si conservano paralleli, e basta l'ispezione del cristallo per osservare questo fatto e per determinare quindi la legge di geminazione.

Il geminato di Alten della fig. 45 si avvicina assai per la disposizione generale a quello di Traversella della fig. 2. Infatti la posizione rispettiva delle faccie di sfaldatura riesce la stessa, ed il divario della legge di geminazione si scopre solo con una accurata misura di angoli. Gli assi principali dei due gemelli, che nel geminato di Traversella sono ad angolo di 52°. 30′, fanno angolo di 53°. 44′ nel geminato di Alten.

I geminati ad asse [001] come quello di Traversella, fig. 39, o di Andreasberg, fig. 41, hanno gli assi principali ad angolo di 52°. 30′ ovvero di 127°. 30′, ma la disposizione loro è ben diversa. Le faccie di sfaldatura che sono perpendicolari a quel piano di simmetria del geminato, che comprende gli assi principali dei due gemelli, fanno angolo saliente sia nel geminato di Traversella, fig. 39, sia in quello di Andreasberg, fig. 41. Tali faccie di sfaldatura sono invece ad angolo rientrante sia nel geminato di Alten, fig. 45, sia in quello di Traversella, fig. 2.

Il geminato di Alten, del quale io discorsi, venne già descritto dal Scheerer (³), ed io ne feci qui cenno solo per rilevarne l'analogia col geminato di Traversella, fig. 2.

(¹) $20\bar{1}$; $100 = d^2$; $\dot{P}$ (Levy) $= R^3$, R (Naumann) $= a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a{:}b{:}c$; $\infty\, a{:}a{:}a{:}c$ (Weiss).

(²) Rendo qui grazie al signor Tidemanns Commissario della Norvegia all'esposizione francese, che ebbe la gentilezza di lasciarmi studiare a tutto mio agio questo bellissimo cristallo.

(³) Scheerer, Poggendorfs Annalen. Vol. 55, pag. 288.

§ IV.

Asse di geminazione [011̄].

Si conoscono da lunga pezza geminati di Calcare specialmente del Derbyshire e di Andreasberg di cui è faccia di geminazione quella del romboedro fondamentale 100, e di cui è perciò asse la perpendicolare a tal faccia ovvero la parallela allo spigolo del romboedro 11Ī, il cui simbolo è [011̄]. Ricorderò solo, che siccome i due gemelli talora si penetrano e si proseguono, il piano teorico di riunione delle varie loro parti ora sarebbe parallelo ad una faccia del romboedro 100 ed ora perpendicolare ad essa faccia.

CAPITOLO II.

Geminazione di Quarzo di cui è asse [001] ovvero [Ī22].

Esiste nel R. Museo di Torino un antico esemplare di Quarzo che porta il n. 129, e di cui per mala ventura non si conosce la provenienza. L'esemplare si compone di tante doppie piramidi, ciascuna delle quali è piuttosto regolare, ma che sono variamente aggruppate fra loro. Un gruppo di due piramidi staccato dal suddetto esemplare e di cui il cav. A. Sismonda volle far dono all'Instituto tecnico (n. 12230) è indicato nelle fig. 48, 49 e 50 che ne danno una proiezione monodimetrica ed una vista superiore ed inferiore.

Non si può guari riconoscere sulle due piramidi, di cui l'esemplare si compone, quali delle loro faccie appartengano al romboedro primitivo 100, e quali appartengano invece al suo inverso 22Ī. Supponiamo che la notazione delle varie faccie sia quella assunta nelle fig. 48, 49 e 50.

Non è difficile il riconoscere sull'esemplare, che la faccia 100 del gemello di sinistra è parallela alla faccia $00\underline{1}$ del gemello di destra, che la faccia 010 del gemello di sinistra è anche parallela alla faccia $0\underline{1}0$ del gemello di destra, e che parimenti sono le faccie Ī00, 0Ī0 del gemello di sinistra parallele alle 00I e 0I0 del gemello di destra. Ciò vuol dire che nell'assunta ipotesi le faccie del romboedro primitivo dei due gemelli si conservano parallele, e che perciò lo spigolo del romboedro primitivo è comune ad entrambi. Sarà perciò asse di geminazione lo spigolo del romboedro fondamentale ossia [001]. Ripetendo quanto si osservò nel capitolo primo si potrebbe anche conchiudere, che la faccia di geminazione è quella del romboedro

$110 = b'$ (Levy) $= -\frac{1}{2}R$ (Naumann) $= a' : a' : \infty a' : \frac{1}{2}c$ (Weiss) la quale passa per lo spigolo del romboedro fondamentale.

Si potrebbe supporre che quello, il quale nella notazione delle figure si ritenne per romboedro fondamentale ne fosse invece l'inverso. Proseguendo lo stesso ragionamento si verrebbe a conchiudere, che è asse di geminazione lo spigolo del

romboedro inverso del fondamentale cioè [$\bar{1}22$], e che è faccia di geminazione quella del romboedro inverso di 110 cioè $411 = a^4$ (Levy) $= \frac{1}{2}R$ (Naumann) $= a : a : \infty a : \frac{1}{2} c$ (Weiss).

Non sembra probabile, che la zona comune ai due gemelli sia formata dalle faccie del romboedro fondamentale per l'uno di essi, e da quelle del suo inverso $22\bar{1}$ per l'altro, e si può quindi ritenere che l'asse di geminazione del Quarzo sia [001] ovvero [$\bar{1}22$]. Il piano ipotetico di riunione dei due gemelli anche in questo caso non è una faccia possibile; od almeno la sua notazione non può avere la solita semplicità.

Uno dei gemelli si compone esso stesso di cinque individui paralleli, od almeno riuniti in modo da avere l'asse [111] comune. Le faccie delle piramidi di entrambi i gemelli sono di mediocre nitore, e l'esemplare non è di tutta trasparenza a cagione di una sostanza nericcia, che comprende nel suo centro.

CAPITOLO III.

Geminazione di Quarzo di Traversella ad asse [102].

Fra i tanti interessantissimi minerali, che lo stupendo giacimento di Magnetite di Traversella somministra, vuolsi particolarmente notare il Quarzo, il quale si mostra non solo in bei cristalli semplici e geminati ad asse [111] ma anche in geminati, i cui assi principali non sono paralleli. Ebbi occasione di studiare questi geminati sovra tre esemplari.

Geminato $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$; 26 $\bar{1}\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{1}$, $55\bar{4}$, 10 7 $\bar{5}$, 20 17 $\bar{1}\bar{0}$ [1] — fig. 51 e 52.

1. Esemplare della mia raccolta deposto all' Instituto tecnico di Torino col n. 7520. Il cristallo di Quarzo era sovra matrice di Quarzo e Dolomite, ma indi lo staccai, ed è rappresentato dalle fig. 51 e 52. La fig. 52 suppone che l'esemplare dopo essere stato posto come è rappresentato nella fig. 51 si giri, cosicchè il gemello, che prima era a destra dell'osservatore, venga a porsi alla sua sinistra e viceversa. Vi sono alcune teste di altri cristalli di Quarzo, che penetrano la parte inferiore del

[1] $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$; 26 $\bar{1}\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{1}$, $55\bar{4}$, 10 7 $\bar{5}$, 20 17 $\bar{1}\bar{0}$

$= e^2, P, e^{\frac{1}{2}}; e^{26}, e^5, e^{\frac{4}{5}}, b' d^{\frac{5}{7}} d^{\frac{1}{2}}, b' d^{\frac{10}{17}} d^{\frac{1}{2}}$ (Levy)

$= \infty R, R, -R; \frac{9}{8} R, 2R, -\frac{3}{2} R, -\frac{3}{4} R^{\frac{5}{3}}, -\frac{8}{9} R^{\frac{5}{4}}$ (Naumann)

$= \infty a : a : a : \infty c,\ \infty a : a : a : c,\ \infty a' : a' : a' : c;\ \infty a : a : a : \frac{9}{8} c,\ \infty a : a : a : 2c,\ \infty a' : a' : a' : \frac{3}{2} c,$

$a' : \frac{1}{6} b' : \frac{1}{5} a' : \frac{1}{9} b : \frac{1}{4} a' : \frac{1}{3} b' : \frac{1}{4} c,\ a' : \frac{1}{11} b : \frac{1}{10} a' : \frac{1}{19} b : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{8} b' : \frac{1}{9} c$ (Weiss).

geminato, ma che non ne alterano la regolare andatura. Le faccie principali delle due punte offrono tutto il desiderabile nitore, ma quelle del prisma esagono sono più appannate, quantunque non siano tutte striate.

Ammettendo, che delle faccie della piramide, le quali terminano ciascun gemello appartengano al romboedro fondamentale quelle che hanno maggior sviluppo, la notazione risulta come venne indicata nelle fig. 51 e 52.

Fra ciascuna delle faccie del romboedro 100 e le corrispondenti del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$ si trovano due piccolissime facciuzze, i cui angoli si misurano a grandissimo stento. La faccia la più vicina a 100 è appannata e rotondata, mentre la più lontana è nitida e splendente.

Parimenti fra le faccie del romboedro $22\bar{1}$ e le corrispondenti del prisma esagono trovasi una facciuzza un po' più sviluppata delle precedenti, appannata ma non rotondata, di cui è assai difficile determinare gli angoli.

E finalmente fra la faccia del romboedro $22\bar{1}$ e quella del prisma esagono, che corrisponde alla vicina faccia del romboedro 100, trovasi in alcuni punti una facciuzza di scalenoedro sia a destra che a sinistra ([1]).

Una volta ammesso che le faccie della piramide che sono più sviluppate, ed il cui spigolo colla faccia del prisma esagono è ottusato da due facciuzze, siano quelle del romboedro fondamentale; e che quelle invece le quali sono meno estese, il cui spigolo colla faccia del prisma esagono è ottusato da una sola faccia, e che vanno accompagnate in qualche punto da scalenoedri a destra ed a sinistra, sono quelle del romboedro $22\bar{1}$, non riesce dubbio che la disposizione relativa della notazione dei due gemelli non debba essere analoga a quella delle fig. 51 e 52.

Non è difficile riconoscere la legge di geminazione, perchè le faccie $2\bar{1}\bar{1}$, $\bar{2}11$ di un gemello formano uno stesso piano colle faccie $\bar{2}11$, $2\bar{1}\bar{1}$ dell'altro, ed inoltre le faccie $22\bar{1}$, 010 di un gemello sono rispettivamente parallele alle faccie $22\bar{1}$, 010 dell'altro. I due gemelli hanno quindi comune la zona [102], ed è l'asse di tale zona l'asse di geminazione, poichè se si immaginasse il gemello di destra girato di 180° attorno a tale asse, esso verrebbe ad essere parallelo a quello di sinistra.

([1]) Mentre si aspettava che fra le Memorie dell'Accademia delle scienze di Torino toccasse alla presente il suo torno per venire stampata, il Descloizeaux presentò all'Instituto di Francia e pubblicò un classico e compitissimo lavoro sulle forme cristalline del Quarzo *Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz*. Ivi descrive egli un grandissimo numero di nuove forme, che in buona parte osservò sovra il Quarzo di Traversella. Comparando gli angoli delle forme da lui così ben determinate con quelli che avevo osservati, trovo che le facciuzze esistenti nel descritto esemplare appartengono ai romboedri diretti $26\ \bar{1}\bar{1}$, $5\bar{1}\bar{1}$, ad un romboedro inverso che si trova fra $55\bar{4}$ e $88\bar{7}$, e da due scalenoedri $10\ 7\ \bar{5}$ e $20\ 17\ \bar{1}\bar{0}$. Si trova infatti nel quadro di angoli del Descloizeaux $22\bar{1}$, $10\ 7\ \bar{5} = 9°.31'$. Dall'osservazione si ebbe dai 10° ai 10°. 30' per tale angolo; il divario riesce notevole ma l'osservazione riesce sì difficile, che l'angolo osservato è alquanto incerto. L'angolo $22\bar{1}$, $20\ 17\ \bar{1}\bar{0}$ si avvicina assai al teorico. Per i romboedri si ha 100, $26\ \bar{1}\bar{1} = 3°.14'$, mentre l'osservazione diede angoli posti fra 3° e 4°; inoltre 100, $5\bar{1}\bar{1} = 16°.44'$ l'osservazione diede circa 16°. 30'. Ma $22\bar{1}$, $55\bar{4} = 10°.31'$; $22\bar{1}$, $88\bar{7} = 12°.56'$, mentre dall'osservazione si ebbe circa $11°.\frac{1}{2}$. L'angolo osservato corrisponderebbe quasi al romboedro $66\bar{5}$ che si conosce già nel Calcare; ma siccome la misura riesce incerta, non mi credo per ora autorizzato a stabilire questo nuovo romboedro nel Quarzo, e mi attengo a $55\bar{4}$ che più gli si avvicina.

Geminato $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$ ed un romboedro inverso (1) — fig. 53 e 54.

2. Esemplare che mi apparteneva e di cui feci dono al R. Museo di Torino ove porta il n. 8654. Il nitore delle faccie della piramide e del prisma è grandissimo, e la limpidezza de' cristalli non è contaminata che da qualche microscopica pagliuzza di Ematite. Le fig. 53 e 54 danno un'idea della disposizione del geminato. Il maggiore gemello si prolunga e va a finire in un mazzo di altri cristalli di Quarzo. Tal mazzo era sovra Magnetite in rombododecaedri tronchi da facciuzze ottaedriche, accompagnata da Dolomite in geminati, ma ne venne staccato per meglio determinare la legge di geminazione.

Assumendo, che le faccie della piramide le più sviluppate siano quelle del romboedro fondamentale, si arriva a stabilire una notazione come quella che è posta sulle fig. 53 e 54. La natura rispettiva delle faccie dei due gemelli si rende manifesta non solo pel maggior sviluppo delle une, ma ancora per una facciuzza appannata, che si trova solo fra le faccie della piramide meno sviluppate e quelle del prisma esagono. Nella fatta ipotesi della posizione del romboedro fondamentale tali facciuzze apparterrebbero ad un romboedro inverso posto fra $22\bar{1}$ e $11\bar{2}$.

La legge di geminazione è ancora la stessa del precedente caso, giacchè le faccie $22\bar{1}$ e 010 dell'un gemello sono parallele alle faccie $22\bar{1}$ e 010 dell'altro gemello, ed è ancora asse di geminazione [102].

Geminato $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$ (2).

3. Il cav. A. Sismonda mi ha fatto dono di un geminato di Quarzo la cui forma generale si avvicina a quella del geminato delle fig. 51 e 52, ma che non mostra i romboedri e scalenoedri, i quali oltre alle solite faccie arricchiscono tale cristallo. Ho fatto dono di tale geminato al mio illustre maestro, al signor De Senarmont (3). Ritenendo per faccie del romboedro fondamentale quelle della piramide che sono più sviluppate si giunge ancora ad una notazione relativa dei due cristalli come quella dei casi precedenti. Si osserva inoltre sul goniometro di riflessione che la zona [102] è sensibilmente la stessa nei due gemelli, e se ne conchiude che è [102] l'asse di geminazione.

Nei geminati di Quarzo di Traversella che descrissi non vi è che un asse di geminazione ammessibile, e non v'ha inoltre alcuna faccia di geminazione possibile.

(1) $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$ $= e^2$, P, $e^{\frac{1}{2}}$ (Levy) $= \infty$ R, R, — R (Naumann)
$= \infty a : a : a : \infty c$, $\infty a : a : a : c$, $\infty a' : a' : a' : c$ (Weiss).

(2) $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$ $= e^2$, P, $e^{\frac{1}{2}}$ (Levy) $= \infty$ R, R, — R (Naumaun)
$= \infty a : a : a : \infty c$, $\infty a : a : a : c$, $\infty a' : a' : a' : c$ (Weiss).

(3) Ebbi il piacere di rimettere l'esemplare in discorso al signor De Senarmont alla metà di luglio del 1855, ed egli lo accettò per la scuola delle miniere di Parigi, ove il signor Descloizeaux deve averlo visto mentre stampava la sua bellissima monografia del Quarzo. Ma siccome egli certamente ignorava, che io avessi già descritto questa geminazione, e che la Gazzetta piemontese del 12 luglio 1855 avesse pubblicato un breve estratto di questo lavoro, descrive la legge di geminazione ad asse [102], e cita il Piemonte fra le località ove rinvengonsi così fatti geminati senza indicare, che altri ne avesse già parlato.

Per meglio render ragione di quanto si asserisce sia un geminato di Quarzo rappresentato dalle fig. 57 e 58, i cui gemelli abbiano la faccia *a* parallela a *m*, e la faccia *b* parallela a *n* ed i quali abbiano perciò comune la zona [102]. Qualunque sia la disposizione relativa dei due romboedri fondamentale ed inverso nei gemelli, la faccia di riunione teorica dei due cristalli sarebbe quella dell' isosceloedro che tronca lo spigolo della piramide ordinaria del Quarzo, il cui simbolo è $25\bar{1}$.

Se ora si assume $25\bar{1}$ per faccia di geminazione, ossia l'asse di geminazione come perpendicolare a tal faccia, facendo girare uno dei gemelli di 180° attorno a tale asse, si otterrebbe un cristallo semplice come quello indicato dalla fig. 59. Ora tale cristallo semplice è ammessibile se il romboedro *a* è della stessa natura del romboedro *n* e se perciò il romboedro *b* è della stessa natura del romboedro *m*. Ma ora noi scorgemmo che nei geminati di Traversella i romboedri *a* e *n* sono di natura diversa, e che sono invece della stessa natura i romboedri *a* e *m*, come anche *b* e *n*. Indi ne nasce che i geminati di Traversella non possono avere per asse di geminazione la perpendicolare alla faccia dell' isosceloedro $52\bar{1}$.

I due gemelli dei geminati di Traversella non si possono condurre ad essere paralleli, che facendone girare uno di 180° attorno ad un asse parallelo allo spigolo [102], come indica la fig. 60. Tale asse di geminazione non è perpendicolare ad una faccia possibile nel sistema cristallino del Quarzo, od almeno di simbolo di non troppo grande complicazione. Ed infatti calcolando la notazione dell' isosceloedro che sarebbe perpendicolare ad [102] si trova che essa è 14,069... 5 $\overline{4{,}069}$... non molto lontana a dir lo vero da 14 5 $\bar{4}$ ma pur abbastanza diversa. Ammettendo che le faccie *a* e *m*, *b* e *n* siano parallele vuolsi adunque ritenere che non v'ha alcuna faccia di geminazione per i descritti Quarzi di Traversella, e che è invece asse di geminazione non una perpendicolare ad una faccia possibile del cristallo, ma bensì una parallela ad una zona possibile.

Non erano note finquì altre geminazioni, che alcune poche del sistema triclino, in cui l'asse di geminazione non potesse essere perpendicolare ad una faccia possibile del cristallo; gli assi di geminazione de' geminati nei sistemi più regolari possono invece quasi sempre assumersi o paralleli alla zona comune ai due gemelli, o perpendicolari ad una faccia contenuta in tal zona comune. Allorquando noi supponiamo che le faccie *p*, *q*, *r*, *s* e le loro parallele dei due gemelli della fig. 7 siano della stessa natura già si vide potersi assumere indifferentemente per asse di geminazione od una parallela agli spigoli AB e CD, ovvero una perpendicolare alla faccia, che essendo parallela a detti spigoli è egualmente inclinata alle faccie *p* e *q*. Ma ove si supponga, che le faccie *p*, *q*, *r*, *s* e le loro parallele non siano tutte della stessa natura non sarà più arbitraria la scelta degli assi di geminazione.

Se le faccie, che nei due gemelli sono parallele sono anche della stessa natura, e quelle non parallele di natura diversa, l'asse di geminazione dovrà assumersi parallelo alla zona comune. Se *p* e *r* sono della stessa natura, e *q* ed *s* invece di natura diversa non potranno i gemelli tornar paralleli, che facendone girar uno di 180° attorno ad un asse parallelo ad AB e CD, come si fece nella fig. 9.

Se invece le faccie, che nei due gemelli sono parallele, sono di natura diversa fra loro, l'asse di geminazione dovrà assumersi perpendicolare alla zona comune.

Se p è della natura di s ma di natura diversa da r, l'asse attorno cui dovrà girare un gemello per venire parallelo all' altro sarà perpendicolare alla zona comune, a guisa di quanto si fece nella fig. 8.

Ora nei geminati delle sostanze cristallizzanti nei tipi più regolari succede pressochè sempre, che le faccie componenti la zona comune ai due gemelli siano da una parte e dall'altra di egual natura, ed è forse il Quarzo unico esempio, in cui le faccie componenti la zona comune siano egualmente inclinate rispetto ad una faccia possibile compresa in tal zona, e che siano tuttavia di natura diversa.

CAPITOLO IV.

Geminazione di Quarzo del Delfinato di cui è asse la normale a $25\bar{1}$.

Il Nestore degli attuali Mineralisti, il sommo Weiss, ha descritto nel 1829 [1] un geminato di Quarzo, i cui due gemelli hanno pure comune la zona [102]. Il Weiss considerava allora il Quarzo come esagonale, e supponeva perciò che le sei faccie della piramide, che suole terminare i cristalli di Quarzo, fossero tutte di egual natura. Si poteva quindi assumere per asse di geminazione sia una parallela alla zona [102] sia una perpendicolare alla faccia $25\bar{1}$. I Cristallografi, che assumendo il Quarzo come romboedrico descrissero la geminazione di Weiss ne supposero sempre tale la disposizione, che ne fosse $25\bar{1}$ la faccia di geminazione. Nel 1851 ebbi occasione di studiare al British Museum di Londra lo stupendo geminato indicato in grandezza naturale colle fig. 55 e 56. Esso proviene dal Delfinato, e stimo di farne qui cenno sia per la prossimità del Delfinato alla frontiera italiana, sia per mettere in luce il divario, che corre fra esso ed i geminati di Traversella.

Ritenendo che le faccie le più sviluppate della piramide appartengano al romboedro fondamentale si trova, che la notazione relativa dei due gemelli può essere quella adottata nelle fig. 55 e 56. Nel gemello il quale nella fig. 55 si trova a sinistra dell' osservatore è sviluppata assai la faccia romba $41\bar{2}$, e si mostra anche il plagiedro $4\bar{1}\bar{2}$ [2]. Nel gemello, che nella stessa figura si mostra a destra manca invece quasi affatto una faccia del prisma esagono ed una faccia del romboedro inverso del primitivo. L'esemplare che descrivo è isolato e di tutta bellezza.

Ammesso che la differenza di sviluppo delle faccie della piramide del Quarzo basti per caratterizzarne la natura, ne risulterebbe che la faccia di geminazione è

[1] Abh. d. Kön. Akadem. d. Wissensch. zu Berlin 1829. Pag. 81, part. 1.ª

[2] $2\bar{1}\bar{1}$, 100, $22\bar{1}$; $41\bar{2}$, $4\bar{1}\bar{2}$ $= e^2$, P, $e^{\frac{1}{2}}$; $b^1\ d^2\ d^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{2}}\ d^2\ d'$ (Levy)

$= \infty R, R, -R;\ 2P2, 4R^{\frac{3}{2}}$ (Naumann) $= \infty a : a : a : \infty c\ ,\ \infty a : a : a : c\ ,\ \infty a' : a' : a' : c\ ;$

$$a : \frac{1}{3} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} b' : a : \infty b : c\ ,\ a : \frac{1}{7} b \cdot \frac{1}{6} a : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c\ .$$

quella che essendo compresa nella zona [102] è perpendicolare alla faccia $2\bar{1}\bar{1}$ del prisma esagono; cioè che è faccia di geminazione $25\bar{1}$ appartenente ad un isosceloedro. In questo caso sono della stessa natura i romboedri *a* e *n* delle fig. 57 e 58, e perciò uno dei gemelli non può venire parallelo all'altro girando di 180° attorno ad un asse parallelo a [102] come nella fig. 60, ma solo girando di 180° attorno ad un asse perpendicolare a $25\bar{1}$ come nella fig. 59. È quindi asse di geminazione la perpendicolare a $25\bar{1}$.

Se si osserva il modo, in cui sono congiunti i due gemelli, si scorge, che sono connessi secondo una superficie sensibilmente piana. Tale piano non è perpendicolare alle faccie del prisma esagono, e non è quindi parallelo alla faccia di geminazione, ma pare essere parallelo a due delle faccie, che nella piramide di ciascun gemello vedemmo essere parallele fra loro. Nella fig. 55 il piano di congiunzione dei due gemelli sarebbe parallelo a $22\bar{1}$ del cristallo di sinistra, ed a $0\bar{1}0$ del cristallo di destra. Ciò vuol dire, che i due gemelli si congiungono secondo un piano, che per l'uno di essi è parallelo ad una faccia del romboedro fondamentale, mentre per l'altro gemello è parallelo ad una faccia del suo inverso. Questo fatto non sarebbe del resto nuovo per la scienza, giacchè il signor De Senarmont ([1]) ha descritto dei geminati di Calcare d'Islanda ad asse [111] la cui associazione si fa secondo due faccie, che sono l'una parallela al romboedro fondamentale di uno dei gemelli, e l'altra parallela al suo inverso $22\bar{1}$ dell'altro gemello.

CAPITOLO V.

Geminazione di Pirite di Valdieri ad asse [110] ed a penetrazione.

Nel comune di Valdieri provincia di Cuneo si è coltivata per parecchi anni, e si abbandonò poscia nel 1818 per scarsità di combustibile una miniera di Siderite posta a due ore da Valdieri sul fianco settentrionale del monte, che è a destra del torrente Gesso. Narra il Barelli nella citata Statistica mineralogica degli Stati sardi, come la Siderite sia ivi in irregolarissimi ed intrecciati filoni, che si coltivarono dall'E. all'O. per una distanza di 800 metri, e come questi filoni siano racchiusi in Calcare saccaroide bigio chiaro sovrapposto a scisti, che paiono diretti dal N. al S. ed inclinati di circa 20° all'E. Il prof. A. Sismonda considera questi terreni come giuresi inferiori.

Delle quattro coltivazioni state aperte sovra tale Siderite, era più considerevole la più elevata, che portava il nome di Cava Maissa. Nell'interno di essa, nel sito detto Piazza, trovasi secondo il Barelli « un gruppo di gesso carico di solfo gra-
« nellare. Dalla bocca poi di questo scavo, e per l'estensione di 40 metri circa sco-
« presi un banco di calce carbonata concrezionata (tufo calcare) piuttosto compatta,

([1]) Sur un groupement remarquable de certains cristaux de Spath calcaire. Annales des Mines, 1847, tom. XI, 4e série, pag. 573.

« chiazzata di numerosi cristalli poliedri di solfuro di ferro, che inclina al S. di 45°, « e di formazione forse posteriore alle masse calcaree della montagna ». E più oltre indica l'esemplare n. 1723 come staccato « dal banco, che riempie in parte il filone « metallifero della Cava Maissa ». Egli è appunto questo esemplare che ha attualmente il n. 1828 nel Catalogo della raccolta del R. Instituto tecnico di Torino, su cui si trovano alcuni geminati di Pirite alterata, ed in parte convertita in Limonite, senza che però le faccie sue siano prive di splendore.

I geminati in discorso sono rappresentati dalla fig. 63 nell'ipotesi che lo sviluppo delle faccie loro fosse dappertutto regolare come lo è in qualche punto. Non è difficile lo scorgere all'ispezione del geminato, come se si avessero due cristalli come quelli delle fig. 61 e 62 i quali, rimanendo paralleli, perfettamente si penetrassero ed incrocicchiassero si avrebbe il geminato della fig. 63. Ciascun dei gemelli delle fig. 61 e 62 si compone di due pentagonododecaedri. Siccome le faccie del geminato sono striate, ed alquanto incurvate normalmente alle strie, ed abbondano nel geminato gli angoli rientranti, non riesce comoda la misura degli angoli nè al goniometro di riflessione, nè a quello di applicazione. Si giunge tuttavia a scoprire che i due pentagonododecaedri di cui ciascun gemello si compone altro non sono che $\pi 120$ e $\pi 340$.

Gli antichi Mineralisti avevano osservato questo modo di geminazione della Pirite: ne parlano ad esempio il Davila ed altri, e specialmente Romé de Lisle (¹) il quale lo descrive e ne rende ragione per quanto nello stato della scienza di allora era possibile fare.

Il Weiss, a cui tanto deve l'odierna cristallografia, ha poi specialmente descritte e spiegate queste geminazioni sovra esemplari provenienti dalle marne variegate di Vlotho presso Minden in Prussia (²).

Egli mostrò che si potrebbe supporre che ciascuno dei gemelli delle fig. 61 e 62 fosse di natura diversa; cioè che se l'uno di essi è composto dai pentagonododecaedri $\pi 120$ e $\pi 340$, l'altro fosse invece composto dai pentagonododecaedri $\pi 210$ e $\pi 430$. Ciascuno dei gemelli avrebbe in questa ipotesi una forma emiedrica, che sarebbe il complemento della forma emiedrica dell'altro gemello, e le faccie contenute nel geminato della fig. 63 sarebbero le stesse di quelle della forma oloedrica dipinta nella fig. 64 la quale si compone dei due tetracisesaedri 210 e 430. Ma questo modo di rendere conto del geminato non è consono alle leggi generali di geminazione.

Potrebbesi ancora ammettere che i due gemelli della fig. 61 e 62 fossero entrambi della stessa natura, e che poi l'uno si fosse girato di 90° attorno ad un asse [001]. Ma si sa dalle geminazioni degli altri sistemi che esse tutte si spiegano con una rotazione di 180° attorno ad un certo asse.

Abbiasi un pentagonododecaedro come quello della fig. 67 cioè $\pi 120$. Supponiamolo tagliato in due parti eguali per mezzo di un piano *abcdef* parallelo ad una faccia del rombododecaedro, per esempio a 110. Se ora si fa girare una delle metà del pentagonododecaedro di 180° attorno ad un asse perpendicolare a tal faccia si

(¹) Romé de Lisle, Cristallographie. Paris, 1783, 2ᵉ édit., 3ᵉ vol., pag. 226.
(²) Magazin Berlin. Gesellsch. Naturforschender Freunde. VIII, 24.

avrà il geminato della fig. 68. Questo si compone di due mezzi pentagonododecaedri, che paiono l'uno girato di 90° attorno all' asse [001] rispetto all'altro. Parimenti se si suppone che il gemello della fig. 62 fosse prima parallelo a quello della fig. 61 e poi avesse girato di 180° attorno ad un asse perpendicolare alla faccia 110 del rombododecaedro, esso sarebbe venuto nella posizione che occupa attualmente e colla notazione con cui venne scritto. L'asse perpendicolare alla faccia del rombododecaedro non è altro che lo spigolo del tetraedro ed ha per simbolo [110]. Ne nasce quindi che il geminato della fig. 63 si compone di due gemelli π120, π340 i quali si penetrano ed incrocicchiano e di cui è faccia di geminazione quella del rombododecaedro, cioè 110, ovvero di cui è asse lo spigolo del tetraedro [110].

Anche all' isola dell'Elba trovaronsi geminati di Pirite, che si attraversano ed incrocicchiano come quelli di Vlotho e di Valdieri, ma essi sono composti di un emiesacisottaedro, di un pentagonododecaedro e dell' ottaedro (1).

Il Dana (2) cita ancora geminati di Pirite, i quali si penetrano ed incrocicchiano nel modo descritto, e che provengono da Scoharie presso New-York.

È ad ogni modo interessante per la mineralogia sarda il possedere questi geminati di Pirite, che sono forse i più curiosi della cristallografia, e che si rinvennero finquì solo in tre altre località, malgrado la grandissima abbondanza della Pirite sullà terra (3).

APPENDICE AL CAPITOLO V.

Geminato di Pirite di Traversella ad asse [110] ed a penetrazione.

Fra le Piriti della mia raccolta una ne rinvenni la quale si compone di un pentagonododecaedro π120, e che verso la metà degli spigoli corrispondenti al cubo porta altri piccoli pentagonododecaedri come è indicato nella fig. 65. I minori pentagonododecaedri aggruppati attorno al maggiore sono tutti paralleli fra loro, ma essi sono in diversa posizione rispetto a questo ultimo: essi verrebbero ad essergli paralleli se girassero di 180° attorno allo spigolo del tetraedro, ossia attorno all'asse [110]. Quindi è che il cristallo della fig. 65 può dirsi un geminato settuplo, di cui sei gemelli sono aggruppati attorno al settimo ad asse di geminazione [110].

La forma di questo geminato è ben diversa da quella del geminato di Valdieri della fig. 63, anche prescindendo dalle faccie del pentagonododecaedro π340 che in questo si mostrano. Tuttavia se la formazione del cristallo della fig. 65 avesse

(1) Naumann, Lehrbuch d. rein. u. angew. Krystallographie. Leipzig 1830, tom. II, pag 233.

(2) I. Dana, A System of Mineralogy 2e ediz. 1844, pag. 479; 4e ediz. 1854, tom. II, pag. 55.

(3) Era già quasi terminata la stampa di questo scritto, allorchè ricevetti in dono dal signor Giulio Thevenet ingegnere francese un geminato di Pirite a geminazione ad asse [110], ed a penetrazione, il quale proviene da Souk-Haras sulla via di Bone a Philippeville in Algeria, ove si trova con cristalli di Quarzo sciolti nella terra vegetale. La Pirite è alterata, ed in gran parte trasformata in Limonite, e ciascun gemello si compone del solito pentagonododecaedro con piccole facciuzze del cubo. L'esemplare venne dato al R. Instituto tecnico in cui venne registrato col n. 13777.

continuato si intende benissimo come venendosi i piccoli gemelli a sviluppare un po' di più si finisse per ottenere un cristallo che più si avvicinasse al gemello della fig. 63 supposto formato dal solo $\pi 120$. In tutti i casi fra i due geminati v' ha questa analogia ed è che la forza, la quale sovra ciascun spigolo del pentagonododecaedro corrispondente al cubo determina la formazione di un altro pentagonododecaedro geminato ad asse [110], si fa sentire ad un tempo sovra tutti e sei gli spigoli che sono in questo caso. Ed è perciò che noi diciamo il geminato della fig. 65 geminato a penetrazione, ed il descriviamo come appendice al geminato di Valdieri.

Il geminato esistente è piuttosto regolare salvo verso una delle parti sue, ove è annesso ad altri cristallucci irregolarmente aggruppati; ma cinque dei minori pentagonododecaedri sono benissimo sviluppati. Non credo che sia già stata osservata una disposizione di gemelli, come quella di questo curiosissimo geminato di Traversella.

CAPITOLO VI.

Geminato di Pirite di Traversella ad asse [110] ed a giustapposizione.

Le stupende Piriti di Traversella, che assieme a quelle dell'isola dell'Elba formano uno dei principali ornamenti dei Musei, non solo vanno commendate per ricchezza di forme, per venustà di faccie, per bellezza di formato, ma anche nei geminati vogliono esse stare al disopra delle altre.

La fig. 66 rappresenta uno stupendo geminato, che ho ricevuto in dono dall'avv. Gastaldi, e che ho deposto all'Instituto col n. 8878. Le sue faccie più sviluppate appartengono all' ottaedro regolare, e le altre che ne modificano i vertici al pentagonododecaedro $\pi 120$. Le faccie dell'ottaedro sono quali esse sarebbero in un cristallo semplice, ma la disposizione delle faccie del pentagonododecaedro, e gli angoli rientranti che si osservano in qualche punto fanno presto vedere come il cristallo sia geminato.

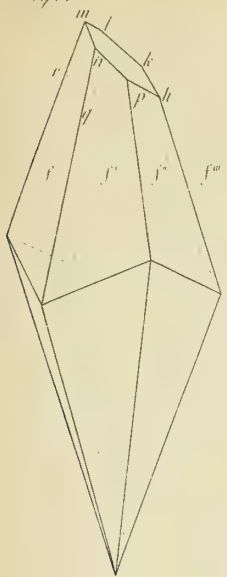
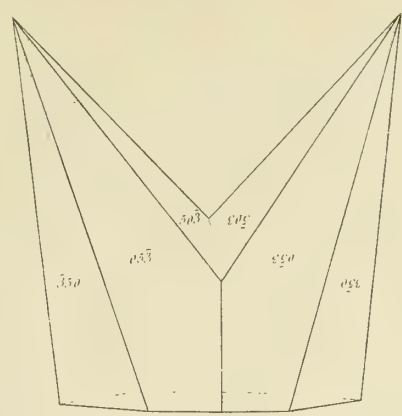
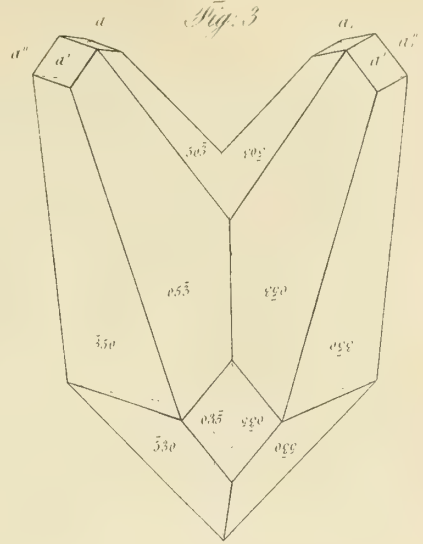
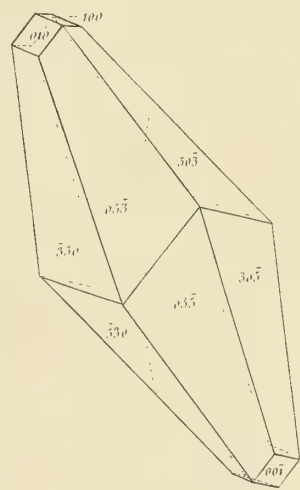
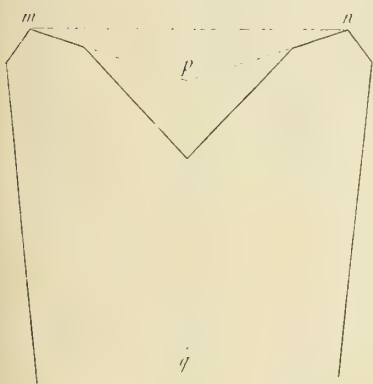
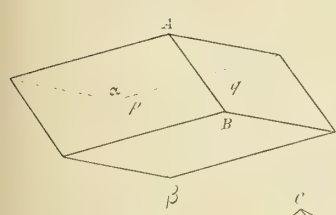
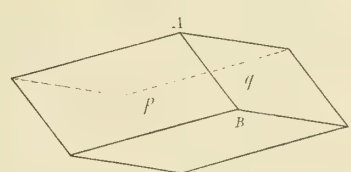
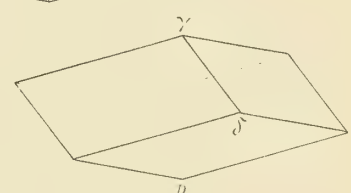
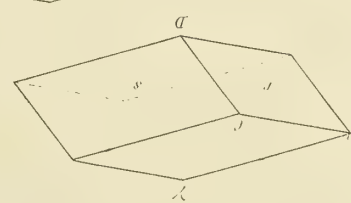
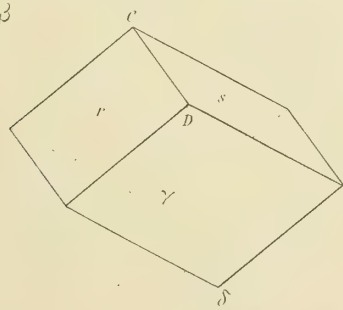
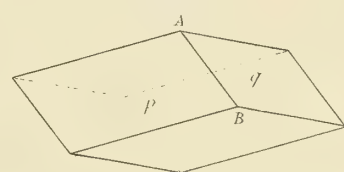
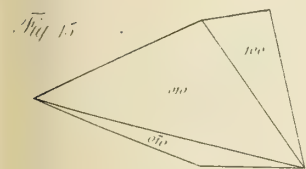
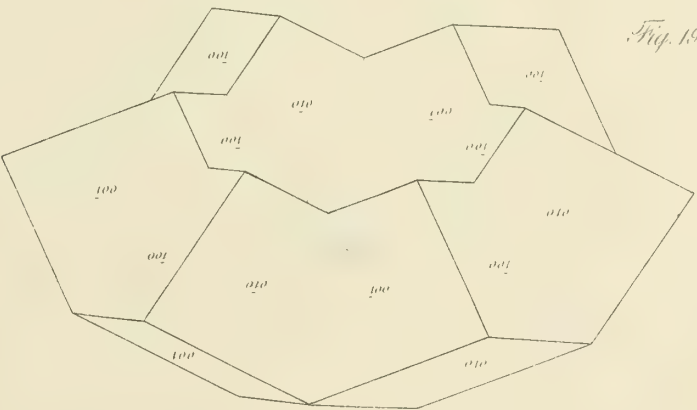
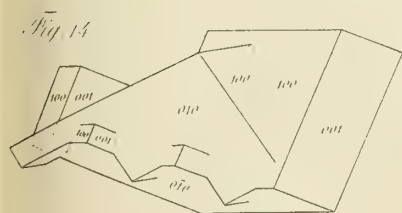
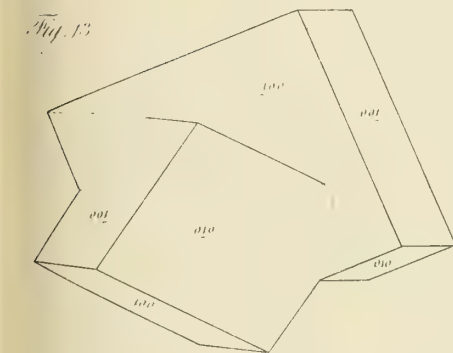
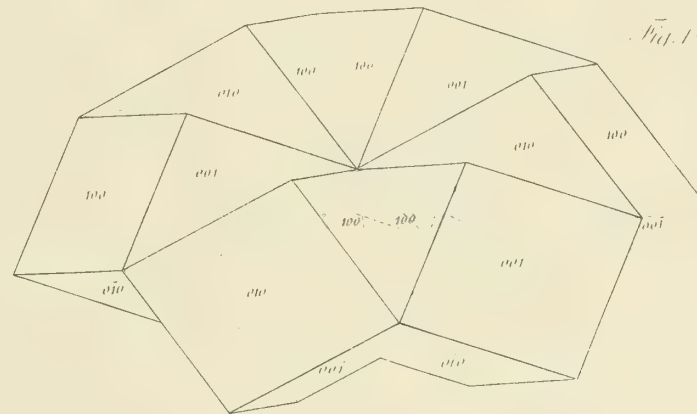
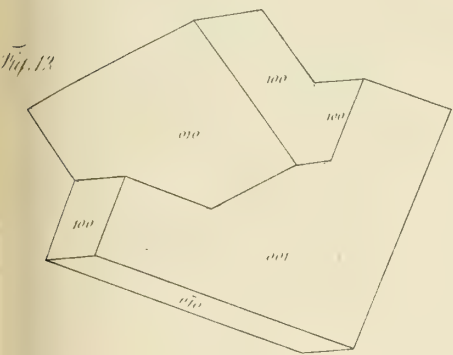
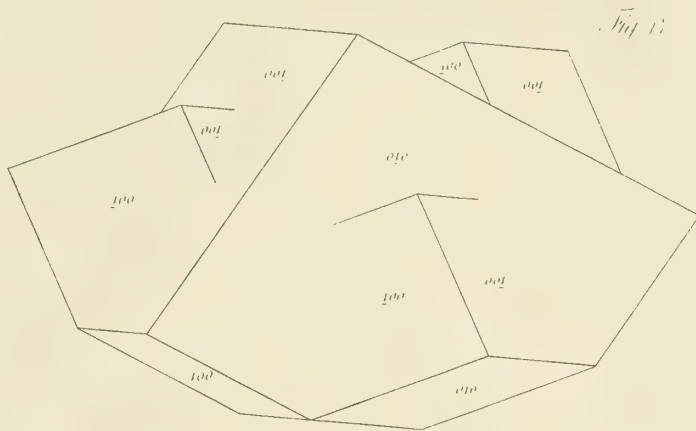
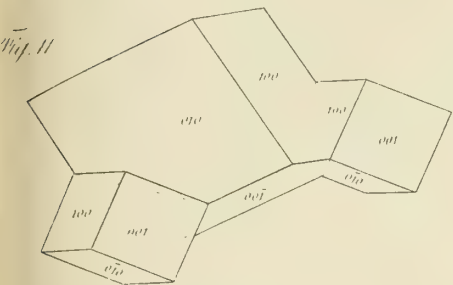
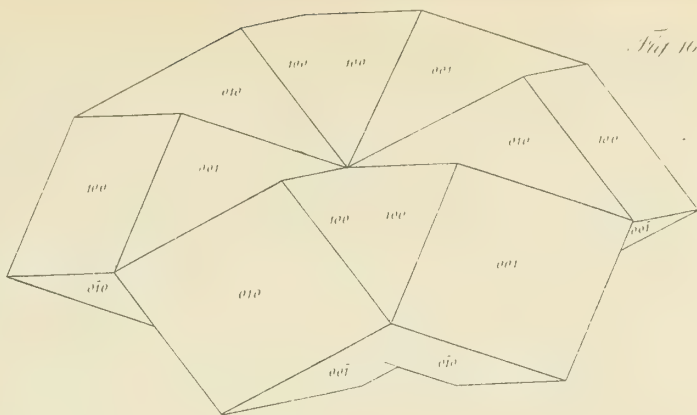
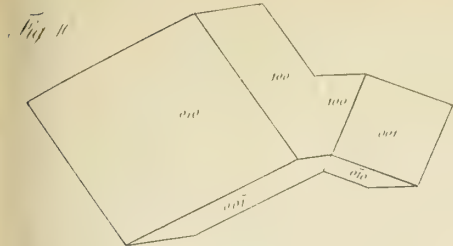
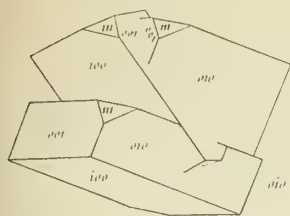
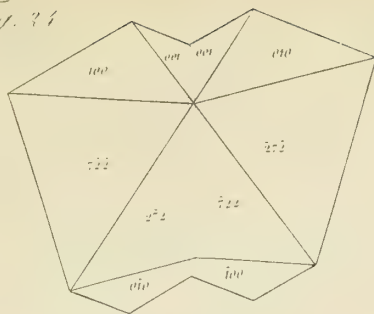
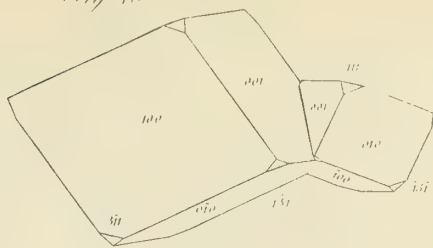
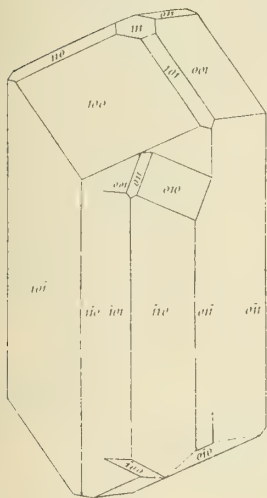
Un attento esame dell' esemplare mostra che i due gemelli hanno comuni le faccie dell'ottaedro, che le faccie del pentagonododecaedro $\pi 120$, di cui ciascun gemello va fornito, hanno la disposizione rispettiva dei pentagonododecaedri dei geminati descritti nel capitolo precedente.

Quindi è che la faccia di geminazione del geminato, che si sta descrivendo, è ancora quella del rombododecaedro 110, ed è ancora asse di geminazione lo spigolo del tetraedro, ossia [$1\dot{1}0$]. Ma la legge di connessione ([1]) di questo geminato di Traversella è ben diversa da quella che governa i geminati di Valdieri, di Vlotho, dell'Elba e di Scoharie. Infatti questi ultimi gemelli si penetrano e si incrocicchiano, mentre nel geminato di Traversella che si descrive, essi non si penetrano punto, ed anzi sono chiarissime sull'esemplare le traccie della linea di connessione dei due gemelli anche sulle faccie del comune ottaedro. Ove tal geminato fosse retto dalla stessa

([1]) V. Avogadro, *Fisica dei corpi ponderabili.* Torino, 1837, tom. I, pag. 589.

legge di connessione, da cui sono governati i geminati del capitolo precedente, esso avrebbe una forma come quella della fig. 69 e non come quella della fig. 66.

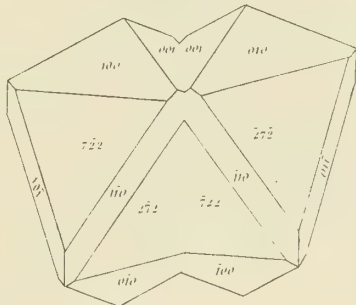
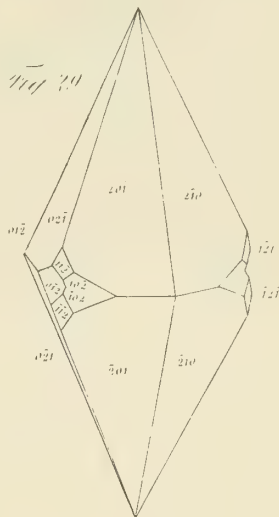
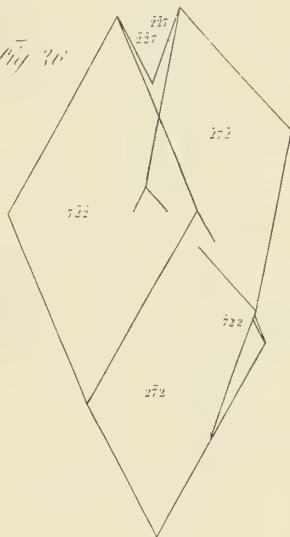
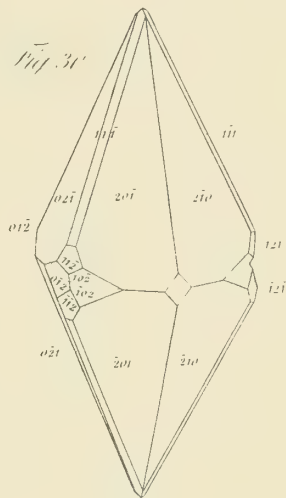
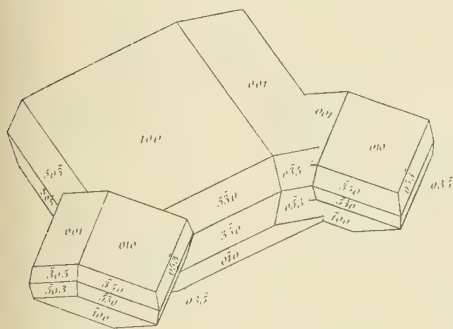
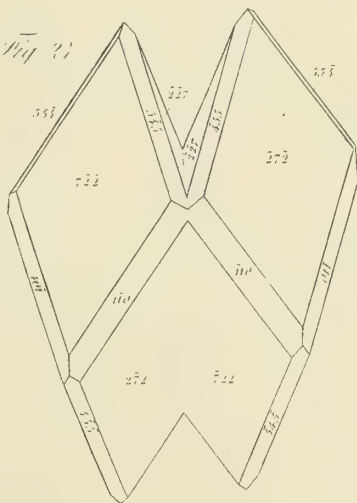
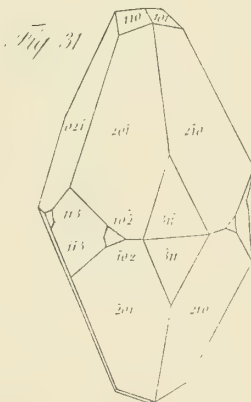
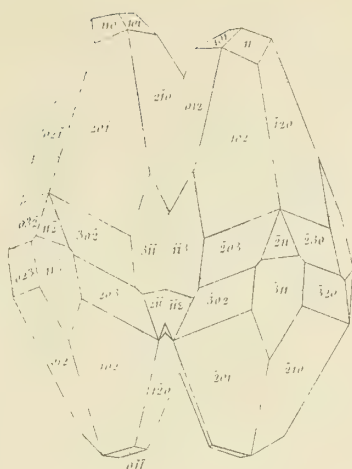
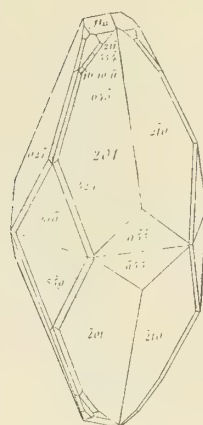
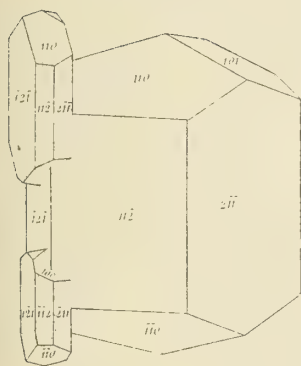
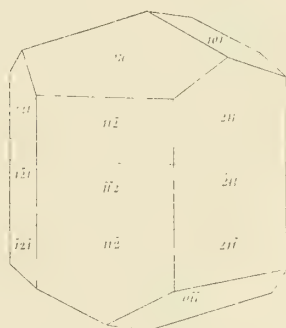
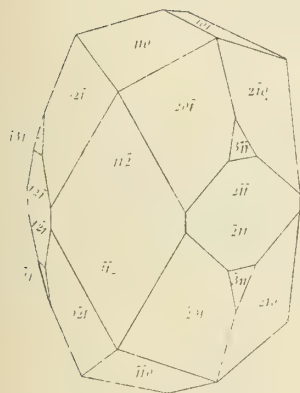
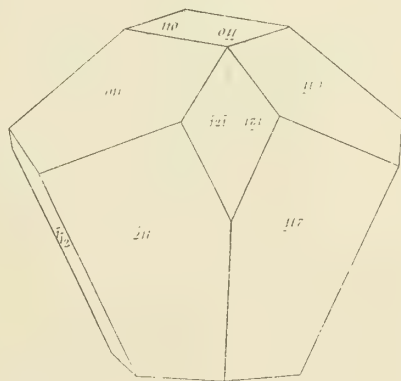
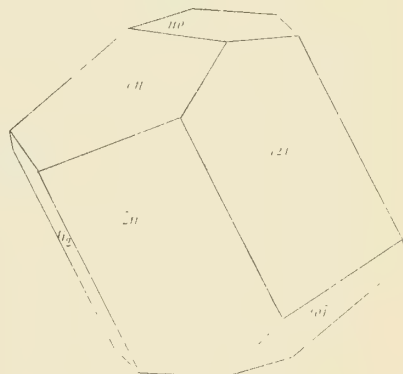
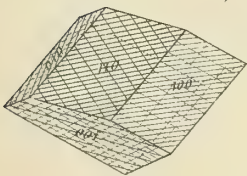
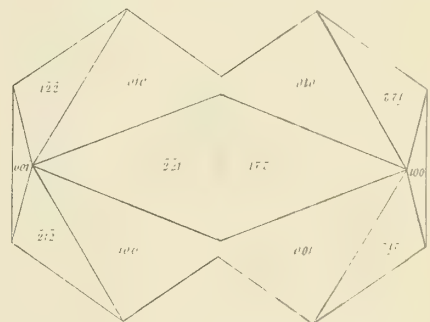
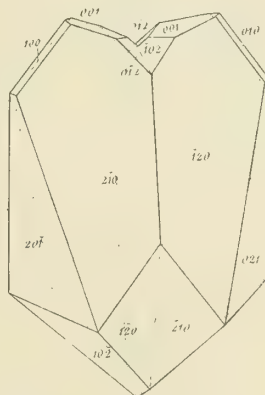
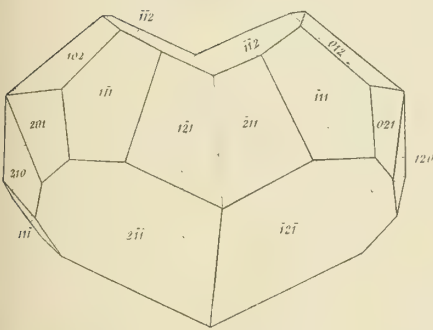
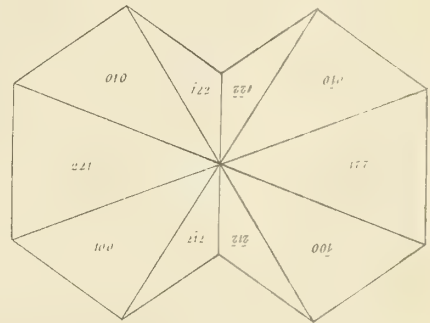
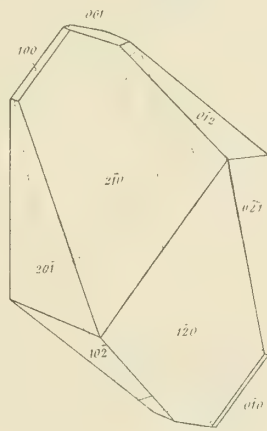
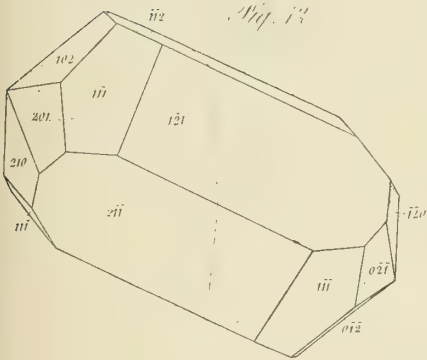
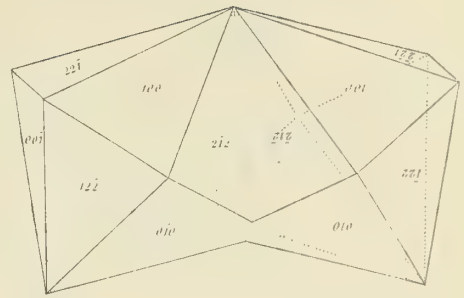
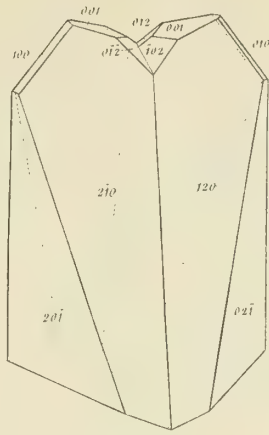
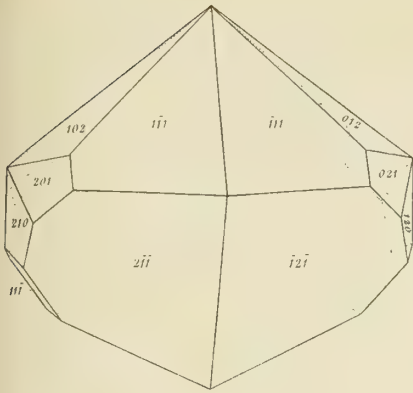
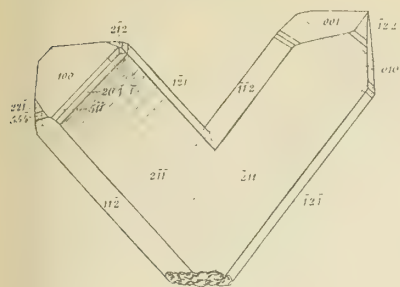
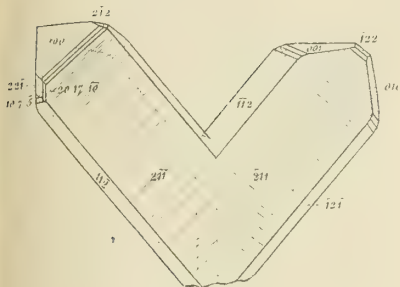
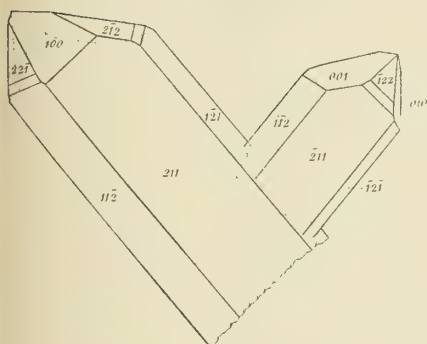
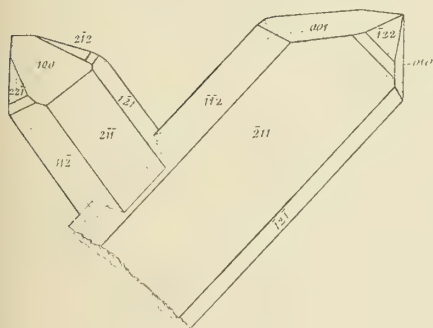
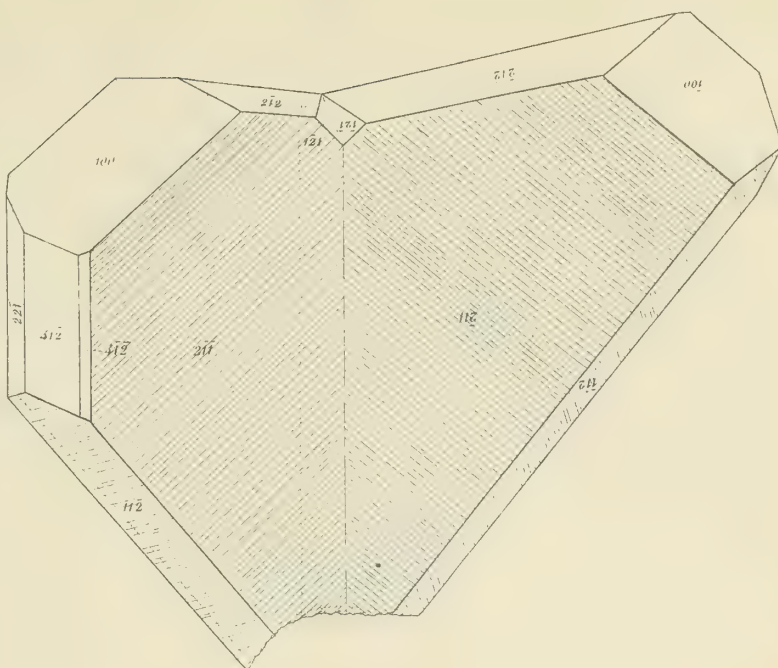
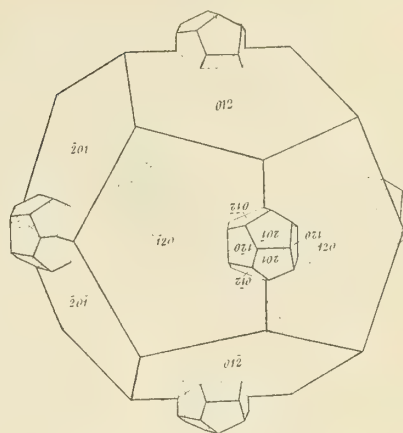
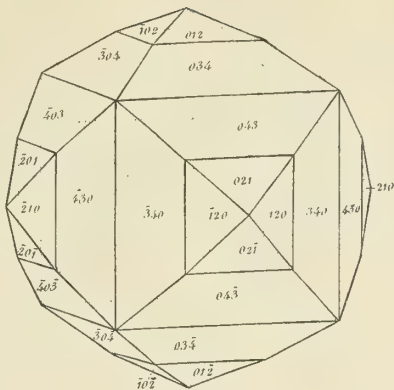
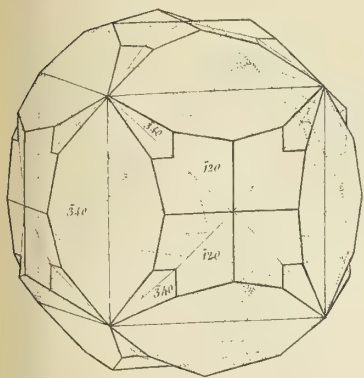
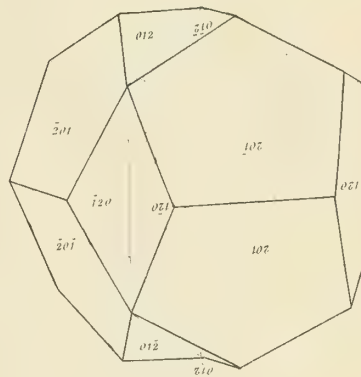
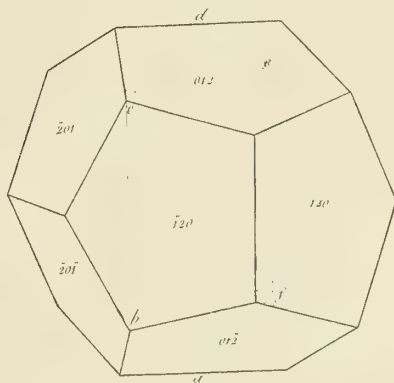
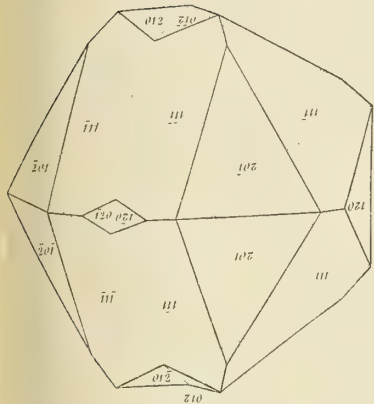
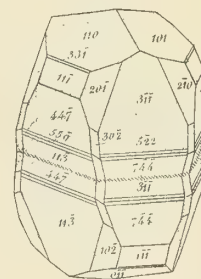
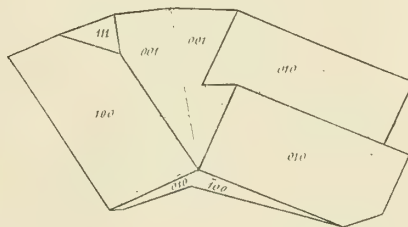
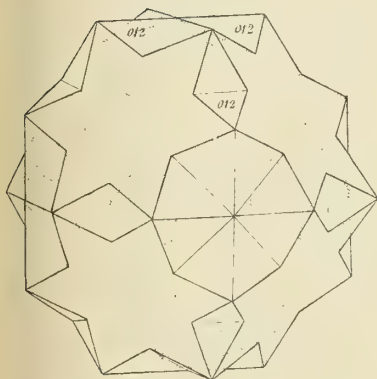
Supposto il pentagonododecaedro $\pi 120$ della fig. 67 diviso in due con un piano *abcdef* parallelo alla faccia 110 del rombododecaedro, e girata una metà del cristallo di 180° attorno all'asse [110] ossia allo spigolo del tetraedro perpendicolare a tal faccia, si ottiene il geminato della fig. 68. Se ora si suppone che oltre alle faccie del pentagonododecaedro esistano nei due gemelli le faccie dell'ottaedro, si avrà precisamente il geminato della fig. 66.

L'esemplare non lascia nulla a desiderare nè per nitore nè per bellezza.

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calc. lit. Pirola e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Sulle forme cristalline di alcuni sali di platino e del boro adamantino.

Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Serie 2ª, vol. XVII, 1858.
Adunanza del 21 dicembre 1856.

PARTE PRIMA

SULLE FORME DI ALCUNI SALI DI PLATINO A BASE DI PLATINODIAMINA

Preliminari

G. Reiset annunciava nel 1840 all'Accademia delle Scienze di Parigi (1) come trattando il protocloruro di platino con ammoniaca si ottenesse prima il sale verde di Magnus $Az H^3 Pt Cl$ e quindi, continuando l'azione dell'ammoniaca, un nuovo composto $Az^2 H^6 Pt Cl$. Egli considerava allora questo sale come il radicale della serie dei sali di Gros, la cui composizione si può esprimere colla formola generale $Az^2 H^6 Pt Cl O +$ acido. Il Reiset proseguiva intanto le sue ricerche, le quali venivano in parte pubblicate da Berzelius nel 1842 (2), e che quindi egli stesso ampiamente svolgeva nel 1844 (3). Il nostro Peyrone si appigliava quasi contemporaneamente allo stesso argomento per una via però in gran parte diversa da quella di Reiset (4). Entrambi giunsero ad una serie di sali la cui composizione può riassumersi colla formola $Az^2 H^6 Pt O +$ acido, sali la cui base è chiamata da Gerhardt diplatosammina (5) e che noi chiameremo *platinodiamina* per conformarci alla nomenclatura di H. Müller sui sali analoghi di Palladio (6).

Il Reiset ottiene la sua serie prolungando l'azione dell'ammoniaca sul protocloruro di platino sinchè si ridisciolga il precipitato verde di Magnus, che prima si forma, ed ha così un corpo gialliccio l'idroclorato di platinodiamina $Az^2 H^6 Pt Cl + H O$. Oppure egli ricava tale idroclorato dal sale verde di Magnus coll'azione prolungata dell'ammoniaca in grande eccesso. Trattando questo idroclorato con nitrato e solfato

(1) Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. 1840, tom. X, pag. 870. — Annalen der Chemie und Pharmacie. 1840, tom. XXXVI, pag. 111.

(2) Berzelius, *Rapport annuel sur les progrès de la Chimie* traduit par Ph. Plantamour, 1842, p. 58.

(3) Reiset, *Sur les combinaisons de deux nouvelles bases alcalines contenant du platine.* — Annales de Chimie et de Physique. 1844, 3me série, tom. XI.

(4) Peyrone, *Ueber die Einwirkung des Ammoniaks auf Platinchlorür.* — Annalen der Chemie und Pharmacie. 1844, tom. LI, pag. 1. — Annales de Chimie et de Physique. 1844, tom. XII, pag. 193.

(5) Laurent et Gerhardt, Comptes Rendus des travaux de Chimie, 1850, pag. 273.

(6) Annalen der Chemie und Pharmacie. Tom. X, pag. 341. — *Sur les Palladamines*, par M. H. Müller. Annales de Chimie et de Physique. 3me série, 1854, vol. XL, pag. 321. — Liebig und Kopp, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. 1853, pag. 382.

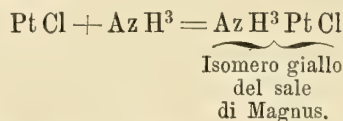
di argento, precipita il cloro, ed ottiene un nitrato e solfato di platinodiamina. Dal solfato ricava poscia l'idrobromato, l'idroiodato di platinodiamina e l'idrato dell'ossido stesso di platinodiammonio trattandolo con cloruro, ioduro di bario, ed acqua di barite. Finalmente lasciando assorbire l'acido carbonico dall'ossido di platinodiammonio, che è base di un'energia pari a quella degli alcali e di grandissima stabilità rispetto alla natura de' suoi componenti, ottiene parecchi carbonati del medesimo.

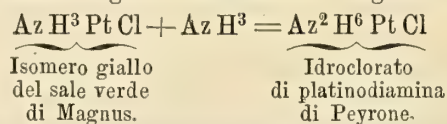
Il Peyrone invece tratta una dissoluzione bollente di protocloruro di platino con carbonato di ammoniaca in grande eccesso, e quando si comincia a formare una sostanza verde nericcia, filtra. Dal liquido filtrato si depongono contro le fredde pareti del vaso, che lo raccoglie, cristalli gialli aventi la stessa composizione chimica del sale verde di Magnus $Az H^3 Pt Cl$ ma godenti di proprietà assai diverse. Con acido cloridrico dilungatissimo libera poscia il liquido dalle porzioni di questo isomero giallo del sale di Magnus che potrebbe ancora contenere. Trattando finalmente questo liquido con alcool si precipita un corpo, il quale depurato si mostra bianco e colla stessa composizione dell'idroclorato di platinodiamina di Reiset $Az^2 H^6 Pt Cl, HO$.

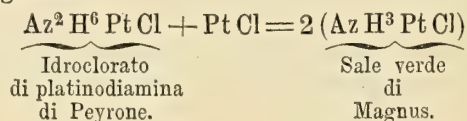
Il Peyrone ottiene anche l'idroclorato bianco di platinodiamina allorchè tratta l'isomero giallo del sale di Magnus con ammoniaca.

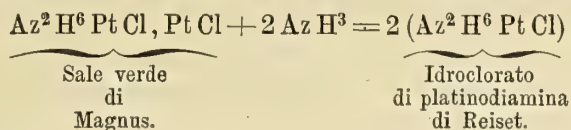
Aggredendo quindi il suo idroclorato per mezzo dell'acido solforico, azotico, ossalico o dell'iodio ricava il Peyrone solfati, azotati, ossalati, idroiodati di platinodiamina rimarchevoli per la loro bianchezza e purezza.

I sali di Reiset possono adunque ritenersi come derivati dal sale verde di Magnus, mentre quelli di Peyrone sono dedotti dall'isomero giallo del sale verde di Magnus. I sali di Reiset sono giallicci; quelli di Peyrone assai più bianchi; il loro aspetto esterno è affatto diverso; le rispettive loro solubilità si erano mostrate alquanto differenti ai loro autori, sicchè erano taluni indotti a credere, che queste due serie fossero isomere come i sali verde e giallo da cui derivavano. E questo era reso tanto più verosimile da alcune esperienze del Peyrone, che parevano dimostrare essere l'isomero giallo del sale di Magnus il primo prodotto che si ottiene dall'azione dell'ammoniaca sul protocloruro di platino

$$Pt Cl + Az H^3 = \underbrace{Az H^3 Pt Cl}_{\text{Isomero giallo del sale di Magnus.}}$$

L'idroclorato di platinodiamina di Peyrone sarebbe quindi il prodotto dell'azione dell'ammoniaca sovra l'isomero giallo del sale di Magnus

$$\underbrace{Az H^3 Pt Cl}_{\text{Isomero giallo del sale verde di Magnus.}} + Az H^3 = \underbrace{Az^2 H^6 Pt Cl}_{\text{Idroclorato di platinodiamina di Peyrone.}}$$

Il sale verde di Magnus si ottenne dal Peyrone aggiungendo cloruro di platino al suo idroclorato di platinodiamina per cui gli sembrava essere la sua origine da spiegarsi nel modo seguente:

$$\underbrace{Az^2 H^6 Pt Cl}_{\text{Idroclorato di platinodiamina di Peyrone.}} + Pt Cl = 2\,\underbrace{(Az H^3 Pt Cl)}_{\text{Sale verde di Magnus.}}$$

Finalmente come la serie dei sali di Reiset deriva specialmente dal sale verde di Magnus, pareva verosimile che la loro formazione si spiegasse come segue:

$$\underbrace{Az^2 H^6 Pt Cl, Pt Cl}_{\text{Sale verde di Magnus.}} + 2 Az H^3 = \underbrace{2 (Az^2 H^6 Pt Cl)}_{\text{Idroclorato di platinodiamina di Reiset.}}$$

A sciogliere affatto la questione nulla poteva essere più acconcio dell'esame cristallografico dei sali della serie di Peyrone e di quella di Reiset.

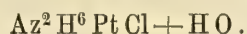
Il Peyrone, il quale ne' suoi lavori non solo ottenne ed analizzò i sali della sua serie, ma quelli ben anche della serie di Reiset ebbe la bontà di comunicarmi i bellissimi cristalli dell'una e dell'altra, che con ripetute cristallizzazioni egli ottenne. Questi cristalli sono gli stessi che egli analizzò e che servirono di base a' suoi lavori. Io mi reco a dovere di rendere qui le maggiori grazie, che per me si possono, al professore Peyrone per l'amichevole assistenza che continuamente mi prestò in queste ricerche: assistenza tanto più nobile e commendevole, che i risultati delle medesime non riescirono favorevoli alle viste, le quali egli aveva da principio emesso in proposito.

Si descriveranno le forme cristalline di alcuni sali della serie di Reiset e di quella di Peyrone tenendo conto di alcune delle loro proprietà fisiche, e ricordando le più ovvie proprietà chimiche descritte dai loro autori. Se ne dedurrà quindi l'identità delle due serie, e paragonate poscia tali forme con quelle di alcuni sali di argento ammoniacali, se ne trarranno alcune conclusioni importanti per la teoria dei sali ammoniacali.

Capitolo I.

Idroclorato di platinodiamina.

$$Az^2 H^6 Pt Cl + H O.$$

§ 1.

Preparato col metodo Peyrone.

Questo sale preparato dal Peyrone col metodo sovraindicato gli diede all'analisi i seguenti risultati (¹), niun conto tenuto dell'acqua di cristallizzazione.

	Equivalenti	Calcolo	Analisi
Platino	1233, 26	0, 5858	0, 5818 — 0, 5852
Azoto 2 eq.	354, 06	0, 1683	
Idrogeno 6 eq. . . .	75, 00	0, 0356	0, 0383 — 0, 0379
Cloro	442, 65	0, 2103	0, 2081 — 0, 2090
		1, 0000	

I cristalli sono piuttosto voluminosi avendo alcuni più di 10 millimetri di lunghezza, e 5 millimetri di larghezza.

Sistema dimetrico . . . 101, 001 $= 29°, 21'$

Faccie osservate 100, 111, 101

(¹) Si lasciano in questa, e nelle seguenti analisi gli stessi equivalenti citati nelle Memorie originali di Reiset e Peyrone.

I cristalli esaminati sono composti dei prismi 100 terminati dall'ottaedro 111 come indica la fig. 4. Gli spigoli dell'ottaedro 111 accorrenti al vertice superiore sono qualche volta ottusati dalle faccie 101. Occorre talvolta, che quattro delle faccie dell'ottaedro 111 per esempio le anteriori siano assai più sviluppate delle quattro posteriori. L'aspetto dei cristalli si fa allora trimetrico, come indica la fig. 5.

Le faccie dei cristalli non ponno vantarsi di gran nitore, ed hanno aspetto simile a quello dei cristalli stati alquanto corrosi, ovvero alquanto irregolarmente ingranditi dopo la loro formazione. Le osservazioni parziali degli angoli divergono quindi assai fra loro, ma le medie di parecchie osservazioni fatte anche sovra diversi cristalli abbastanza si accordano.

§ 2.

Preparato col metodo Reiset.

Il sale esaminato venne preparato dal Peyrone secondo i metodi di Reiset, e gli diede i risultati seguenti, a lato di cui si mettono anche quelli ottenuti dal Reiset stesso sopra i suoi preparati.

	Equivalenti	Calcolo	Analisi	
			Peyrone	Reiset
Platino	1233,50	0,5859	0,5831 — 0,5827	0,5866 — 0,5867
Azoto 2 eq.	354,06	0,1682	— —	0,1676 — 0,1647
Idrogeno 6 eq. . . .	75,00	0,0356	0,0385 — 0,0399	0,0365 — 0,0361
Cloro	442,65	0,2103	— — 0,2099	0,2093 — 0,2125
		1,0000		1,0000 — 1,0000
Acqua di cristallizz.ne	112,50	0,0507	— — —	0,0490 — 0,0485

È in piccoli prismi allungatissimi, talora isolati, talvolta invece aggruppati a ventaglio. Questi aghi sono brillanti, ma quantunque Peyrone li abbia fatti cristallizzare a più riprese, essi conservano un colore giallo citrino pronunciato. Essi sono quadrangolari, ed è retto l'angolo fatto dalle faccie loro come dimostrano ripetute osservazioni.

Questi aghi si rompono assai facilmente; si potè tuttavia osservare ancora qualche cristallo intero, che si mostrava terminato ai due estremi da una faccia fortemente incurvata corrispondente a 001. La fig. 3 indica la forma di questi aghi così terminati. La piccolezza degli aghi fu di ostacolo alle osservazioni ottiche, le quali sarebbero state necessarie per determinare completamente il sistema cristallino.

§ 3.

Caratteri generali.

Quantunque le osservazioni cristallografiche non dimostrino sufficientemente l'identità del sistema cristallino dell'idroclorato di platinodiamina del Peyrone e di quello di Reiset, esse non si riferiscono tuttavia a sistemi incompatibili fra loro. Se ora si premette, che il solfato di platinodiamina di Peyrone è cristallograficamente identico con quello di Reiset, come fra breve si dimostrerà, siamo largamente autorizzati ad

ammettere che anche i cloridrati abbiano la stessa forma e siano identici. Conchiudiamo quindi, che v'ha un solo cloridrato di platinodiamina, la cui composizione è Az^2H^6PtCl, e che cristallizza con un equivalente di acqua Az^2H^6PtCl,HO.

Secondo il Reiset questi cristalli perdono l'acqua di cristallizzazione fra 100° e 120°, e basta infatti scaldarlo alquanto in un tubo, per vedere presto sulle pareti di questo un lieve deposito di acqua.

Questo sale reso anidro per mezzo del calore riprende presto l'acqua se esposto all'aria: ed ha osservato il Reiset che i cristalli un po' grossi allorquando dopo d'aver perduto l'acqua di cristallizzazione pel calore si vengono a raffreddare, si rompono in piccoli frammenti, che vengono gettati in ogni direzione con violenza.

Verso il 250° si svolge un sale ammóniacale, ed a 300° si ha per residuo del puro platino metallico, il quale ove si operi in un tubo chiuso, ne riveste il fondo a guisa di sottilissima foglia, ovvero di brillante intonaco.

È piuttosto solubile nell'acqua, insolubile nell'alcool assoluto e nell'etere. Ha un particolar sapore dolce amaro alquanto astringente.

Cristallizza nel tipo dimetrico 101, 001 = 29°. 21′. Faccie osservate 100, 001, 101, 111.

Combinazioni osservate 100, 111; 101 (preparati Peyrone) 100, 001 (preparati Reiset).

Angoli fatti dalle varie faccie del sistema cristallino

	Calcolati	Osservati		Calcolati	Osservati
100, 010	= 90°. 0	90°. 0	101, 011	= 40°. 33′	
100, 001	= 90°. 0		101, $\bar{1}01$	= 58°. 42′	
100, 101	= 60°. 39′		101, 111	= 26°. 7′	
100, 011	= 90°. 0		101, $\bar{1}11$	= 62°. 12′	
100, 111	= 63°. 53′	63°. 53′	111, $\bar{1}11$	= 52°. 14′	52°. 14′
001, 101	= 29°. 21′		111, $\bar{1}\bar{1}1$	= 77°. 0	77°. 3′
001, 111	= 38°. 30′				

Secondo Naumann il sistema cristallino di questa sostanza deriva dalla piramide tetragonale della fig. 1, ove $\frac{OA}{OB} = a = 0,5625$, essendo $\infty P \infty$, $0P$, $P\infty$, P le faccie, $\left.\begin{matrix}\infty P\infty, P; P\infty \\ \infty P\infty, 0P\end{matrix}\right\}$ le combinazioni osservate.

Secondo Weiss sarebbe a:a:c::1:1:0,5625, e le faccie osservate a:∞a:∞c; ∞a:∞a:c; a:∞a:c; a:a:c.

Secondo Levy e Dufrenoy è forma primitiva il prisma retto a base quadrata della fig. 2 ove a:h::1:0,5625. Sonosi osservate le faccie M, P, b′, a′.

Non si osservarono sfaldature ben caratterizzate malgrado la grossezza di alcuni dei cristalli di Peyrone. La frattura è vetrosa concoide, lo splendore della superficie è grasso.

I cristalli di Peyrone sono quasi scolorati, quelli da lui preparati col metodo di Reiset sono invece gialli citrini. I prismi si mostrano talora attraversati da piccoli tubi disposti nel senso della loro maggiore lunghezza.

Scalfiggono l'unghia e si lasciano scalfire dal calcare.

Tagliando uno dei cristalli di Peyrone in modo, che sia terminato da due faccie parallele a 001 distanti fra loro di 5 millimetri, ed interponendolo poscia tra un polarizzatore ed un analizzatore si vede una croce nera con anelli colorati. Ciò dimostra essere veramente dimetrico il sistema cristallino della sostanza.

Se nel precedente apparato si interpone una sottile lastra di quarzo perpendicolare al suo asse, si vede che gli anelli si allargano.

Capitolo II.

Solfato di platinodiamina.

§ 1.

Preparato col metodo Peyrone.

Questo sale si ottenne da Peyrone trattando l'idroclorato suo con acido solforico mediamente concentrato. La composizione dei cristalli esaminati è stabilita dalle seguenti analisi, che fece sovra di loro il Peyrone.

		Calcolo	Analisi
Platino	1233, 26	0, 5448	0, 5433 — 0, 5442
Azoto 2 eq.	354, 06	0, 1564	
Idrogeno 6 eq. . . .	75, 00	0, 0331	0, 0359 — 0, 0341
Ossigeno	100, 00	0, 0443	
Acido solforico	501, 18	0, 2214	0, 2233 — 0, 2220
		1, 0000	

I cristalli sono discretamente voluminosi e di una particolare bellezza.

Sistema dimetrico 101, 001 = 45°, 47′. Faccie osservate 001, 111, 201.

I cristalli esaminati sono in tavole quadrangolari ad orli aguzzati dalle faccie 111 come nella fig. 8. Oppure sono in ottaedri pronunciati tronchi nei vertici superiore ed inferiore dalle faccie 001 come nella fig. 10, e tronchi qualche volta nei loro vertici laterali dalle faccie 201 come nella fig. 11.

I cristalli che si aggruppano sotto il primo tipo hanno una delle faccie 001 striata come nella fig. 9, ed un po' disposta a tramoggia, mentre la faccia opposta è unita, e non mostra traccia di simile disposizione. Inoltre le faccie dell'ottaedro che sono adiacenti alla faccia 001 striata sono assai meno sviluppate delle faccie opposte adiacenti a $00\bar{1}$ unita. Riferisce il Peyrone, che questi cristalli si sono formati alla superficie del liquido in modo da essere 001 nella parte superiore, sino a che il loro crescente peso li travolse al fondo del vaso contenente il liquido di cristallizzazione.

I cristalli invece che si aggruppano secondo il tipo delle figure 10 e 11 hanno quasi sempre una delle faccie dell'ottaedro molto più sviluppata delle altre, come per esempio $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ nella fig. 12. Tale faccia è allora striata parallelamente alli sei spigoli, che la terminano, e depressa verso il suo centro in modo da riescire molto meno perfetta della faccia 001 nella fig. 9. Delle faccie 201 sono assai sviluppate quelle

opposte a $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$, mentre sono appena indicate, e per lo più mancano affatto quelle che gli sono adiacenti, come succede nel cristallo rappresentato nella fig. 12.

Gli angoli misurati sovra parecchi cristalli anche bellissimi differiscono per lo più di alcuni minuti. Le differenze salgono talvolta, ed anche eccedono 10′. Di ciò può essere causa l'imperfetto nitore delle immagini riflesse dalle faccie, ma egli è pur da temersi, che la costanza degli angoli dei cristalli sia ben lungi dall'essere verificata dal fatto con rigore, e debba rilegarsi fra le leggi di approssimazione, che sempre si enunciano all'origine di una scienza.

Le medie di parecchie osservazioni fatte sovra diversi cristalli vanno meglio d'accordo, come appare dal quadro degli angoli calcolati ed osservati, che più lungi si trova. Alcune delle variazioni di angolo osservate sono rimarchevoli, perchè potrebbero accennare a prima vista ad un sistema cristallino meno regolare del dimetrico.

Per esempio nel cristallo della fig. 12 si trovò l'angolo $00\bar{1}$, $02\bar{1}$ prossimamente eguale a $00\bar{1}$, $20\bar{1}$, ma entrambi sono minori di 001, 021 e 001, 201 anche prossimamente eguali fra loro. Ma del resto neppure le faccie, che dovrebbero essere parallele sono rigorosamente a 180° le une dalle altre, e sovra questi fatti di variazioni di angolo nulla si può asserire senza una numerosa serie di precise e difficili osservazioni.

§ 2.

Preparato col metodo Reiset.

I cristalli esaminati vennero preparati dal Peyrone, che si procurava prima l'idroclorato di platinodiamina col metodo Reiset, e da cui otteneva poscia il solfato aggredendolo con acido solforico mediocremente allungato. La loro composizione è dimostrata dalle seguenti analisi di Peyrone a cui si aggiungono per confronto quelle di Reiset sovra i suoi preparati.

		Calcolo	Peyrone		Reiset	
Platino	1233,26	0,5448	0,5419	—	0,5450	— 0,5433
Azoto 2 eq. .	354,06	0,1564	—	—	0,1552	—
Idrogeno 6 eq.	75,00	0,0331	0,0380	— 0,0373	0,0358	—
Ossigeno. . . .	100,00	0,0443	—	—	—	—
Acido solforico.	501,18	0,2214	0,2220	— 0,2195	0,2194	—
		1,0000				

Il sistema cristallino di questo sale è affatto identico con quello del sale di Peyrone, ma l'aspetto dei cristalli è ben diverso. Si mostra infatti il solfato di Reiset in prismi incurvati terminati ai due estremi dalle faccie di 201 con piccole facciuzze di 111 e 001 come nella fig. 15. Ovvero esso è in cristalli formati per una parte dall'ottaedro 201 assai sviluppato con piccole smussature 111, 001, e terminati dall'altra da una larga faccia $00\bar{1}$ come nella fig. 13. In un piccolo cristallo così formato si trovarono traccie distinte delle faccie 110, come indica la fig. 14.

Si rinvenne inoltre il geminato della fig. 16. L'angolo delle faccie 201, che mutuamente si guardano, si trovò di circa $4^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$. Si può quindi ritenere, che sia [703] l'asse di geminazione. Infatti in tale ipotesi l'angolo delle faccie 201, che si stanno dirimpetto, dovrebbe essere di 4°, 22′. L'angolo fatto dagli assi dei due gemelli sarebbe

di 132°, 27′. L'esemplare esaminato è del resto assai irregolare ad eccezione di alcune faccie delle sue punte.

Le faccie di 201 e 111 sono piane e brillanti. È discretamente perfetta la faccia 001 adiacente alla punta ottaedrica formata da 201. Ma le faccie del prisma 100 e quella della base $00\bar{1}$ non accompagnata da punta ottaedrica sono in ogni verso rotondate senza essere striate. Si è cercato di indicare questo curiosissimo abito dei cristalli nella fig. 13. L'incurvatura delle faccie del prisma non è sempre la stessa in tutti i sensi, sicchè qualche volta i cristalli sembrano a prima vista appartenere al sistema trimetrico.

I cristalli della fig. 15 sono ordinariamente meno spessi in un senso, che nell'altro, ed hanno allora più aspetto di piccoli bacilli o grani amorfi, che non di cristalli regolari. Mancano spesso parecchie delle faccie 201 e 111, che si dovrebbero rinvenire ai loro estremi. Ciò non ostante, e malgrado la curvatura talor grande delle faccie del prisma 100, quelle di tali faccie 201 e 111, che si trovano, sono sempre nitide e piane.

Malgrado il nitore delle faccie ottaedriche terminanti i cristalli, gli angoli fatti dalle faccie omologhe sono ben lungi dal riescire eguali, come vorrebbe la fatta ipotesi del sistema dimetrico. Si ebbero misure dell'angolo 201, 021, le quali differiscono tra loro di quasi 30′. Tuttavia siccome la natura del sistema cristallino è messa fuori di dubbio dalle osservazioni ottiche, voglionsi attribuire questi divarii al poco rigore con cui si trova verificata in realtà la legge di connessione delle forme cristalline di una stessa sostanza, od all'imperfezione dei cristalli di cui ragioniamo.

La media degli angoli 201, 021 che si osservarono fu di 79°, 4′ invece di 78°, 58′ che risultano dalle osservazioni dei cristalli preparati col metodo Peyrone. La media degli angoli 201, $\bar{2}01$ fu di 128°, 18′ invece di 128°, 7′. Ciò basta tuttavia per permetterci di conchiudere che il sistema cristallino del solfato di Peyrone è identico con quello di Reiset, e siccome anche le loro composizioni sono identiche, potremo considerare tali sali come corpi identici.

§ 3.

Caratteri generali.

Il solfato di platinodiamina ha una composizione espressa dalla formola Az^2H^6PtO, SO^3.

Scaldato in un tubo chiuso svolge un sale ammoniacale, che riveste le pareti del tubo, e dà per residuo un intonaco od una sottilissima foglia di platino.

Il Reiset trova che esso si scioglie in 32 parti di acqua a + 16° ed in una minore quantità di acqua se bollente. Il Peyrone trova invece che sono necessarie da 50 a 60 parti di acqua bollente per scioglierlo. È insolubile nell'alcool: è solubile nell'acido solforico allungato, da cui si depongono secondo Peyrone fiocchi bianchi, i quali a parer suo dovrebbero essere un solfato acido di platinodiamina, e che sciolti nell'acqua cedono il loro eccesso di acido, lasciando poi cristallizzare il solfato neutro. Il Reiset discorre invece di lamelle scagliose, le quali facilmente divengono opache all'aria perdendo un equivalente d'acqua, e che sarebbero $Az^2H^6PtO, SO^3 + HO$.

Sistema dimetrico 101, 001 = 45°, 47′ e perciò non molto lontano dal monometrico. Faccie osservate 100, 001, 110, 201, 111. Combinazioni osservate 001, 111; 021 (preparati Peyrone), 100, 001, 021; 110, 111 (preparati Reiset). Geminato ad asse di geminazione [703] ovvero a faccia di geminazione $\bar{3}07$. Angoli fatti dalle varie faccie

	Calcolo	Osservazioni		Calcolo	Osservazioni
100, 010 =	90°. 0		110, 111 =	34°. 32′	
100, 001 =	90°. 0		110, $\bar{1}$11 =	90°. 0	
100, 110 =	45°. 0		201, 021 =	78°. 58′	79°.
100, 201 =	25°. 57′	25° 56′	201, $\bar{2}$01 =	128°. 7′	128°. 8′
100, 021 =	90°. 0		201, 111 =	39°. 29′	39°. 30′
100, 111 =	54°. 22′		201, $\bar{1}$11 =	106°.	105°. 55′
001, 110 =	90°. 0		111, $\bar{1}$11 =	71°. 16′	71°. 15′
001, 201 =	64°. 3′	64°. 4′	111, $\bar{1}\bar{1}$1 =	110°. 57′	111°. 1′
001, 111 =	55°. 28′	55°. 30′	Assi dei geminati [703] =	132°. 27′	
110, 201 =	50°. 31′				

Secondo Naumann il sistema cristallino di tale sostanza deriverebbe dalla piramide tetragonale della fig. 6 ove $\frac{OA}{OB} = a = 1{,}0278$, essendo $\infty P \infty$, $0P$, ∞P, $2P\infty$, P le faccie osservate, e le combinazioni $\begin{cases} 0P, P; 2P\infty \\ \infty P\infty, 0P, 2P\infty; \infty P, P. \end{cases}$

Secondo Weiss sarebbe $a:a:c::1:1:1{,}0278$, e le faccie osservate $a:\infty a:\infty c$; $\infty a:\infty a:c$; $a:a:\infty c$; $a:\infty a:2c$; $a:a:c$.

Secondo Levy e Dufrenoy sarebbe forma primitiva il prisma retto a base quadrata della fig. 7 ove $a:h::1:1{,}0278$, e le faccie osservate sarebbero M, P, h′, $b^{\frac{1}{2}}$, a′.

Le faccie 201 dei cristalli di Peyrone e del Reiset presentano quel particolare genere di emiedria, che lo Scacchi [1] chiama *indeterminata*.

La faccia $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ della fig. 12 sembra essere quella per cui il cristallo aderiva alle pareti del vaso contenente il liquido di cristallizzazione. Questo esempio conferma quindi le viste del valente mineralista napoletano, che cioè le emiedrie indeterminate si manifestano secondo il punto col quale i cristalli si attaccano ai diversi corpi, che loro servono di sostegno. Solo il maggior numero di faccette non sarebbe qui dalla parte per cui il cristallo aderisce al sostegno, come risulterebbe dalle osservazioni dello Scacchi.

La emiedria indeterminata che si mostra nei cristalli di Reiset fig. 13 e 14 è assai rimarchevole non solo per l'abito curioso, che essa imprime agli individui su cui si mostra, ma anche per l'immenso divario, che corre fra la perfezione delle faccie della punta, e quella delle faccie del prisma laterale e della base inferiore. La perfezione delle prime, cioè di 201 e 111 incomparabilmente maggiore di quella delle ultime mostra, che le risultanti delle forze, le quali determinano le molecole del cristallo a disporsi parallelamente a 201 ovvero a 111 sono di un ordine superiore rispetto

(1) A. Scacchi, *Ricerche intorno ai cristalli emiedrici*, Nuovo Cimento, tom. I, pag. 169.

a quelle che le determinano ad essere parallele a 100. Rimane quindi confermato anche in questo esempio quello, che già si osservava nei cristalli di argento rosso [1]. Si hanno infatti corpi i quali sono in parte perfetti cristalli, ed hanno per altra parte più aspetto di corpi amorfi, che non di cristalli regolari, sicchè ben meritano il nome che allora si proponeva di *semicristalli*.

Il rotondamento di alcune delle faccie dei cristalli preparati col metodo di Reiset dimostra quello che tutti i caratteri esterni concorrono a provare, essere cioè i cristalli preparati col metodo di Peyrone assai più puri e perfetti, che non quelli preparati col metodo Reiset.

La sfaldatura 001 è nitidissima ed assai pronunciata. Esiste anche la sfaldatura 111 piuttosto nitida, ma essa è assai più difficile ad ottenersi. Le altre fratture hanno un aspetto vetroso pronunciatissimo.

I cristalli preparati col metodo Peyrone sono bianchissimi ed assai trasparenti, ad eccezione di alcuni alquanto opachi o per traccie di materia lievemente bigia, ovvero per una certa disposizione a tramoggia che si prosegue nell'interno. Quelli preparati col metodo di Reiset sono alquanto giallicci e di molto minore trasparenza.

Scalfiggono il gesso e l'unghia, ma si lasciano scalfire dal calcare.

I cristalli preparati con entrambi i metodi, se esaminati fra un polarizzatore ed un analizzatore mostrano una croce nera con anelli colorati ad essa concentrici, i quali si allargano ove si aggiunga una lastra di quarzo.

Capitolo III.

Azotato di platinodiamina.

$Az^2 H^6 Pt O, Az O^5$.

§ unico.

Preparato col metodo Reiset e sue proprietà.

Non si poterono esaminare altri cristalli, che quelli preparati col metodo Reiset, perchè il Peyrone non conservava più alcun esemplare di quelli preparati col suo metodo.

La sua composizione è espressa dalla formola $Az^2 H^6 Pt O, Az O^5$, come dimostrano le seguenti analisi fatte sugli esemplari esaminati da Peyrone, a cui si aggiungono anche quelle fatte da Reiset sovra i suoi preparati.

	Equivalenti	Calcolo	Analisi	
			Peyrone	Reiset
Platino	1233,26 —	0,5055	0,5032 — 0,5054	0,5066 — 0,5083
Azoto 3 eq. . .	531,09 —	0,2177	0,2168 — —	0,2187
Idrogeno 6 eq. .	75,00 —	0,0307	0,0321 — 0,0320	
Ossigeno 6 eq. .	600,00 —	0,2461		
		1,0000		

[1] *Sulle forme cristalline dell'argento rosso. — Quadro delle forme cristalline dell'argento rosso, del quarzo e del calcare*, Nuovo Cimento. 1856, tom. III, pag. 357.

Scaldato in un tubo svolge prima alcuni vapori di sali ammoniacali, indi piglia fuoco a guisa di polvere da fucile, lascia un residuo di platino ed ammanta di un deposito acqueo le pareti del tubo.

Secondo Peyrone si scioglie in 10 parti di acqua bollente.

Ha un sapore salino dolcigno alquanto nauseante e mordente.

Sistema monoclino 100, 101 = 38° 59′ 010, 111 = 57° 22′ 101, 001 = 28° 12′.

Faccie osservate 100, 010, 001, 110, 101, $\bar{1}01$, 011, $\bar{3}08$, $\bar{1}11$, $\bar{1}22$, 221; ove 011 e $\bar{1}11$ sono talora emiedriche a faccie parallele. Vedi la proiezione stereografica di tali faccie nella fig. 28 e la proiezione Quenstedtiana nella fig. 27.

Combinazioni osservate

100, 110, $\bar{1}11$; 001, $\bar{1}01$ (fig. 23)
100, 110, 011
100, 110, π $\bar{1}11$, π 011 (fig. 24)
100, 110, 011, $\bar{1}11$; 010, $\bar{1}22$, 001, $\bar{1}01$, $\bar{3}08$ (fig. 20, 21, 22, 25)
100, 110, 221 ecc. (fig. 26).

Angoli tra le varie faccie

	Calcolati	Osservati		Calcolati	Osservati
100, 010	= 90°		001, $\bar{3}08$	= 16°. 15′	
100, 001	= 67°. 11′		001, $\bar{1}11$	= 58°. 40′	
100, 110	= 51°. 19′	51°. 19′	001, $\bar{1}22$	= 49°. 30′	
100, 101	= 38°. 59′	38°. 43′	001, 221	= 55°. 50′	
100, $\bar{1}01$	= 111°. 31′		110, $\bar{1}10$	= 77°. 22′	77°. 22′
100, 011	= 73°. 34′	72°. 53′	110, 101	= 60°. 56′	
100, $\bar{3}08$	= 83°. 26′	82° 1/2 circa	110, $\bar{1}01$	= 103°. 15′	
100, $\bar{1}11$	= 105°. 28′	105°. 27′	110, 011	= 44°. 41′	
100, $\bar{1}22$	= 89°. 28′	90°. circa	110, $01\bar{1}$	= 69°. 4′	
100, 221	= 47°. 53′	49°. circa	110, $\bar{3}08$	= 85°. 54′	
010, 001	= 90°. 0′		110, $\bar{1}11$	= 68°. 17′	68°. 7′
010, 110	= 38°. 41′		110, $11\bar{1}$	= 45°. 21′	45°. 19′
010, 001	= 90°		110, $\bar{1}22$	= 55°. 46′	
010, $\bar{1}01$	= 90°		110, $12\bar{2}$	= 56°. 21′	
010, 011	= 46°. 50′		110, 221	= 20°. 9′	19°. circa
010, $\bar{3}08$	= 90°		110, $\bar{2}2\bar{1}$	= 79°. 58′	
010, $\bar{1}11$	= 46°. 37′		101, $\bar{1}01$	= 72°. 32′	
010, $\bar{1}22$	= 44°. 30′		101, 011	= 50°	
010, 221	= 47°. 53′		101, $\bar{3}08$	= 44°. 27′	43°. 47′
001, 110	= 75°. 59′		101, $\bar{1}11$	= 77°. 24′	
001, 101	= 28°. 12′		101, $\bar{1}22$	= 63°. 22′	
001, $\bar{1}01$	= 44.° 20′		101, 221	= 46°. 19′	
001, 011	= 43°. 10′		$\bar{1}11$, $11\bar{1}$	= 92°. 55′	92°. 54′

Secondo Naumann il sistema cristallino di questa sostanza deriverebbe dalla piramide monoclina della fig. 18 ove OA:OB:OC::a:b:c::1,0177:1,3549:1; AOB $= \gamma =$ 112°, 48′ 1/2. Naumann prenderebbe di preferenza $\gamma =$ 67° 11′ 1/2 ma dovrebbesi in tale ipotesi cangiar segno ai simboli, che seguono.

Le faccie osservate sarebbero $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \grave{P} \infty$, $0 P$, ∞P, $+ \bar{P} \infty$, $- \bar{P} \infty$, $+ \grave{P} \infty$, $- \frac{3}{8} \bar{P} \infty$, $- P$, $- \grave{P} 2$, $+ 2 P$.

Le combinazioni osservate essendo

$\infty \bar{P} \infty, \infty P, - P$; $0 P, - \bar{P} \infty$ (fig. 23)

$\infty \bar{P} \infty, \infty P, + \grave{P} \infty$

$\infty \bar{P} \infty, \infty P, \frac{- P}{2}, \frac{+ \grave{P} \infty}{2}$ (fig. 24)

$\infty \bar{P} \infty, \infty P, + \grave{P} \infty, - P$; $\infty \grave{P} \infty, - \grave{P} 2, 0 P, - \bar{P} \infty, - \frac{3}{8} \bar{P} \infty$ (fig. 20, 21, 22, 25)

$\infty \bar{P} \infty, \infty P, + 2 P$ ecc. (fig. 26).

Secondo Weiss sarebbe fig. 18. $OB : OC : OA :: a : b : c :: 1,3549 : 1 : 1,0177$; $a o c = 112°, 48' \frac{1}{2}$.

Le faccie osservate essendo

$a : \infty b : \infty c$; $\infty a : b : \infty c$; $\infty a : \infty b : c$;

$a : b : \infty c$; $a : \infty b : c$; $- a : \infty b : c$; $\infty a : b : c$;

$- 8 a : \infty b : 3 c$; $- a : b : c$; $- 2 a : b : c$; $a : b : 2 c$.

Secondo Levy e Dufrenoy sarebbe forma primitiva il prisma romboidale obliquo della fig. 19 ove $M, M = 77°. 22'$ $M, P = 104°\ 1'$ $b : h :: 1,684 : 1,0177$.

Le faccie osservate avrebbero per simbolo h', g', P, M, o', a', e', $a^{\frac{8}{3}}$, $b^{\frac{1}{2}}$, $b' d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}$, $d^{\frac{1}{4}}$.

I cristalli di azotato di platinodiamina, che si esaminarono, sono in generale assai sottili, discretamente larghi, ma sovrattutto di lunghezza relativamente assai grande. La faccia 100 che è soprattutto sviluppata in questi cristalli ha splendore alquanto perlaceo, ed è talvolta assai nitida. Si osservano sovra di essa lievissime strie [010], [001] e [011]. Le altre faccie le quali sono assai meno sviluppate hanno aspetto vetroso. Le laminette cristalline osservate hanno i loro orli nel senso della maggiore lunghezza aguzzati dalle faccie 110, ed i loro estremi sono per lo più terminati da una piramide composta di 011 e $\bar{1}11$, come dimostra la fig. 20. Le faccie $\bar{1}11$ sono sempre più nitide delle 011.

Lo spigolo fra 110 e $\bar{1}10$ è qualche volta ottusato da una piccolissima facciuzza 010 come nella fig. 21, e gli spigoli della piramide, che termina i cristalli, sono anche talora ottusati dalle faccie $\bar{1}22$, 001, $\bar{1}01$ come nella fig. 22. Si trovano però tal fiata sviluppate solo le faccie $\bar{1}11$ come nella fig. 23. Qualche altra volta succede invece, che si abbiano solo le analoghe faccie di 011. Si osservò inoltre la faccia $\bar{3}08$ appena additata, come nel cristallo della fig. 25, e la faccia 221 piuttosto sviluppata, come nel cristallo della fig. 26, i cui estremi sono rotti secondo le faccie di sfaldatura. Le varie faccie del prisma 110 sono qualche volta assai irregolarmente sviluppate, e manca talvolta qualcuna di esse. È spesso anche più distinta la differenza di sviluppo delle varie faccie delle forme 011 e $\bar{1}11$. Tale divario di sviluppo giunge perfino ad assumere il carattere di una vera emiedria a faccie parallele, come nel cristallo della fig. 24. Ivi trovansi infatti solo due delle quattro faccie relative a $\bar{1}11$ e due relative a 011.

I cristalli un po' regolari e completi delle fig. 21, 22 e 23 hanno più apparenza

di trimetrici, che non di monoclini, ed infatti gli angoli 100, 011 e $\bar{1}00$, $\bar{1}\bar{1}1$ non differiscono molto fra loro. Quindi è che si potrebbe riferire il sistema cristallino di questa sostanza a tre assi quasi ortogonali fra loro. La proiezione stereografica della fig. 28 indica assai bene la tendenza, che mostrano le varie faccie ad essere quasi simmetricamente disposte attorno ad una perpendicolare al diametro 100, $\bar{1}00$. Ma la sfaldatura 101 è troppo distinta per darle il simbolo 301 come risulterebbero da assi così scelti.

Si potrebbero invece assumere gli assi OX ed OY paralleli alla sfaldatura il cui simbolo è ora 101, e che avrebbe in tal caso il simbolo 001. È sovente consuetudine dei cristallografi l'assumere una faccia di sfaldatura per base dei prismi monoclini, ma nel nostro caso la forma dei cristalli, che si osservarono, non avrebbe niuna apparente analogia col prisma, da cui si vorrebbero derivare.

I cristalli sono alquanto pieghevoli, massime nel senso della loro maggiore lunghezza.

La sfaldatura 101 è nitidissima, quantunque nello svilupparla spesso succeda, che si ottenga una faccia alquanto incurvata sovrattutto a cagione della flessibilità dei cristalli. La rottura delle lamelle cristalline va sempre accompagnata da una inflessione delle parti del cristallo vicine alla rottura, sicchè malgrado il nitore della sfaldatura si trovano dei divarii notevolissimi negli angoli, che si ponno misurare fra tale faccia e 100. La sfaldatura 100 è egualmente nitida, e conserva un aspetto alquanto perlaceo.

Si mostra anche una sfaldatura 001, ma incomparabilmente meno nitida.

I cristalli si rompono inoltre facilmente parallelamente alla zona [011]. Ma stante la piccolezza dei cristalli non si potè riconoscere a quali faccie possa tale sfaldatura essere parallela.

I cristalli sono alquanto giallicci e poco trasparenti.

Scalfiggono il gesso, ma si lasciano scalfire dall'unghia. Sono però meno duri del calcare.

Capitolo IV.

Conclusioni.

§ 1.

Identità delle serie dei sali di platinodiamina di Reiset e Peyrone.

L'assoluta identità del sistema cristallino del solfato di platinodiamina preparato col metodo Peyrone con quello preparato col metodo Reiset, e la niuna incompatibilità delle forme osservate nei cloridrati di platinodiamina preparati con ciascuno dei due metodi bastano per accertare, che non solo le serie di sali di Reiset e Peyrone hanno la stessa composizione chimica, ma ben anco la stessa forma cristallina. Rimane quindi stabilito, che la serie di sali la quale si ottiene trattando il sale verde di Magnus $Az H^3 Pt Cl$ coll'ammoniaca è la stessa della serie di sali che si ottiene trattando invece con ammoniaca l'isomero giallo del sale verde di Magnus.

§ 2.

Isomorfismo dei sali ammoniacali di argento coi sali di platinodiamina.

Mitscherlich ha determinato fino dal 1828 (¹) la forma cristallina del solfato, seleniato e cromato di argento ammoniacali, che egli otteneva sciogliendo in ammoniaca concentrata precipitati di solfato, seleniato e cromato di argento.

L'immortale scopritore dell'isomorfismo trova, che questi sali cristallizzano nel tipo dimetrico, che sono completamente isomorfi, ed hanno la forma della fig. 17. Sono prismi quadrati 100, 001 coi loro spigoli verticali ottusati dalle faccie 110 e mostranti ai loro estremi facciuzze, che variando alquanto la notazione adottata da Mitscherlich si indicarono nella figura come relativa all'ottaedro 112.

Mitscherlich misurò gli angoli seguenti:

Solfato di argento ammoniacale $110, 112 = 53^\circ$
Seleniato di argento ammoniacale $110, 112 = 52^\circ, 44'$
Cromato di argento ammoniacale $110, 112 = 52^\circ, 13'$

Indi risulta, che i sistemi cristallini di tali sali ponno derivare dai seguenti dati:

Solfato di argento ammoniacale $100, 101 = 46^\circ, 49'$
Seleniato di argento ammoniacale $100, 101 = 47^\circ, 6'$
Cromato di argento ammoniacale $100, 101 = 47^\circ, 38'$

Ora il solfato di platinodiamina cristallizza nel sistema dimetrico, e si ha $100, 101 = 45^\circ, 47'$. Conchiudiamo, che il solfato di platinodiamina, ed il solfato, seleniato e cromato di argento ammoniacale sono isomorfi. I citati sali ammoniacali di argento sono da pressochè tutti i chimici considerati come sali doppî, la cui composizione essi dimostrano coll'una e coll'altra delle seguenti formole:

Solfato di argento ammoniacale $Ag\,O, S\,O^3 + 2\,Az\,H^3 = Az\,H^3, S\,O^3 + Az\,H^3, Ag\,O$
Seleniato di argento ammoniacale $Ag\,O, Se\,O^3 + 2\,Az\,H^3 = Az\,H^3, Se\,O^3 + Az\,H^3, Ag\,O$
Cromato di argento ammoniacale $Ag\,O, Cr\,O^3 + 2\,Az\,H^3 = Az\,H^3, Cr\,O^3 + Az\,H^3, Ag\,O$.

Se ora si paragona la composizione di questi sali con quella del solfato di platinodiamina, si trova, che sono composti dello stesso numero di atomi, e come sono isomorfi, forza egli è pure il conchiudere, che debbano avere la stessa disposizione molecolare.

Vogliono adunque i citati sali di argento essere considerati come sali semplici composti di un atomo di acido unito ad un atomo di una base $Az^2 H^6 Ag\,O$ isomorfa coll'ossido di platinodiammonio. Ed ove si volesse ritenere per ora la nomenclatura adottata dal Müller per i sali ammoniacali di Palladio, dovressimo dire, che i citati sali di argento sono a base di *argentodiamina*, ed esprimerne la composizione nel modo seguente:

Solfato di argentodiamina $= Az^2 H^6 Ag\,O, S\,O^3$
Seleniato di argentodiamina $= Az^2 H^6 Ag\,O, Se\,O^3$
Cromato di argentodiamina $= Az^2 H^6 Ag\,O, Cr\,O^3$

(¹) Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie. 1828, tom. XII, pag. 141. — Rammelsberg, Krystallographische Chemie. 1855, pag. 246, 248, 269.

Sono conosciuti altri sali ammoniacali di argento, a due equivalenti di ammoniaca, ma la loro forma cristallina non è ancora stata studiata. Non si può quindi nulla asserire di certo nè sovra gli altri sali ammoniacali di argento, che i chimici ottennero, e tanto meno sovra quelli che restano a prodursi.

Mi pare tuttavia, che il citato isomorfismo ci autorizzi a conchiudere essere probabilissimo, che si abbia ad ottenere una serie di sali ammoniacali di argento a due equivalenti di ammoniaca, la quale debba considerarsi come una serie di sali semplici a base di argentodiamina Az^2H^6AgO, ed isomorfa colla serie dei sali di platino di Reiset e Peyrone, a base di platinodiamina Az^2H^6PtO.

Si sa inoltre, che mettendo potassa nella dissoluzione di un sale ammoniacale di argento si precipita l'argento fulminante. Questo è composto di argento, azoto, secondo alcuni anche di idrogeno, e finalmente secondo altri anche di ossigeno. Non potrebbe essere questo l'ossido di argentodiammonio? Non sarebbe egli il corrispondente dell'ossido di platinodiammonio di Reiset, e del palladiammonio di Müller?

§ 3.

Probabile analogia de' varî sali metallici a due equivalenti di ammoniaca.

Si conoscono specialmente dopo i lavori di Kane [1] parecchi sali composti di un sale metallico semplice unito a due equivalenti di ammoniaca. Voglionsi specialmente annoverare il zinco, il cadmio, il cobalto, il nichelio, il rame e l'argento fra i metalli, che somministrano parecchi di questi sali ammoniacali.

Non mi pare improbabile, che la costituzione molecolare di tutti questi sali abbia ad essere la stessa dei sali di platinodiamina di Reiset e Peyrone, e dei sali di palladiamina di Müller [2].

L'isomorfismo di alcuni sali ammoniacali di argento coi sali di platinodiamina, di cui si discorse nel precedente paragrafo, rende quasi certa per essi tale analogia di costituzione molecolare, e fa vedere che vanno considerati come sali di argentodiamina. Ma se questa analogia di costituzione può dimostrarsi per i sali ammoniacali di argento, essa può fin qui solo presumersi per gli altri. Le forme di alcuni di questi sali sono state studiate da Rammelsberg, Marignac ed Erdmann, ma non possono paragonarsi a quelle dei corrispondenti sali di platinodiamina a cagione dei diversi equivalenti di acqua che li accompagnano nella cristallizzazione.

Il quadro seguente dà un'idea dei principali sali stati fin qui formati, e delle determinazioni cristallografiche, che ne furono fatte in paragone dei corrispondenti sali di platinodiamina e palladiamina. Si adotta per semplicità la nomenclatura, che risulterebbe per tali sali ove la presente analogia venisse ad avverarsi.

[1] Robert Kane, *Recherches sur la nature et la constitution des composés d'ammoniaque.* — Annales de Chimie et de Physique. 1839, tom. 72, pag. 225.

[2] Annalen der Chemie und Pharmacie. Tom. LXXXVI, pag. 341. — Annales de Chimie et de Physique. 1854, 3ª serie, vol. XL, pag. 321. — Liebig und Kopp, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. 1853, pag. 382.

	Base	Composizioni del sale	Sistema cristallino	Osservatore
Cloridrati di	Zincodiamina	$Az^2 H^6 Zn Cl + HO$		
	Cobaltodiamina	$Az^2 H^6 Co Cl$		
	Nicheliodiamina	$Az^2 H^6 Ni Cl + 4HO$	Monometrico	Erdmann (1)
	Cuprodiamina	$Az^2 H^6 Cu Cl + HO$	Piccoli ottaedri o prismi quadrati terminati da ottaedri	Kane (2)
	Platinodiamina	$Az^2 H^6 Pt Cl + HO$	Dimetrico	Sella
	Palladiamina	$Az^2 H^6 Pd Cl + HO$		
Iodidrato di	Zincodiamina	$Az^2 H^6 Z I$	Trimetrico	Rammelsberg (3)
	Platinodiamina	$Az^2 H^6 Pt I$		
	Palladiamina	$Az^2 H^6 Pd I$		
Solfato di	Zincodiamina	$Az^2 H^6 Zn O, SO^3 + HO$		
	Nicheliodiamina	$Az^2 H^6 Ni O, SO^3 + HO$		
	Cuprodiamina	$Az^2 H^6 Cu O, SO^3 + HO$	Trimetrico	Marignac (4)
	Argentodiamina	$Az^2 H^6 Ag O, SO^3$	Dimetrico	Mitscherlich (5)
	Platinodiamina	$Az^2 H^6 Pt O, SO^3$	Dimetrico	Sella
Seleniato di	Argentodiamina	$Az^2 H^6 Ag O, Se O^3$	Dimetrico	Mitscherlich (5)
Cromato di	Argentodiamina	$Az^2 H^6 Ag O, Cr O^3$	Dimetrico	Mitscherlich (5)
Azotato di	Nicheliodiamina	$Az^2 H^6 Ni O, Az O^5 + HO$	Monometrico	Rammelsberg (6)
	Cuprodiamina	$Az^2 H^6 Cu O, Az O^5$		
	Platinodiamina	$Az^2 H^6 Pt O, Az O^5$	Monoclino	Sella

(1) Rammelsberg, *Krystallographische Chemie*, p. 216. Ivi la composizione è indicata con un equivalente di acqua $Ni Cl + 2 Az H^3 +$ aq. — Grailich, *Krystallographie von Miller*, p. 49. Indica questo sale con quattro equivalenti di acqua $Ni Cl + 2 Az H^3 + 4 HO$. — Berzelius, *Traité de Chimie*. Paris 1847, tom. IV, p. 19, dice invece, che tale sale è anidro. Nell'incertezza in cui sono per non avere a disposizione il lavoro originale di Erdmann, mi attengo al libro il più recente, a quello di Grailich.

(2) Annales de Chimie et de Physique, 1839, tom. 72, pag. 274.

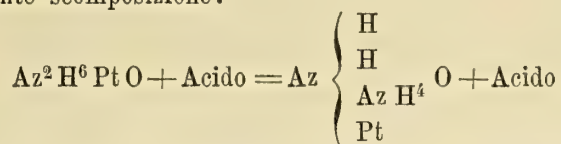
(3) Rammelsberg, *Krystallographische Chemie*, pag. 217.

(4) Marignac, *Recherches sur les formes cristallines et la composition chimique de divers sels*. Annales des Mines. 5ª serie, tom. IX, pag. 26.

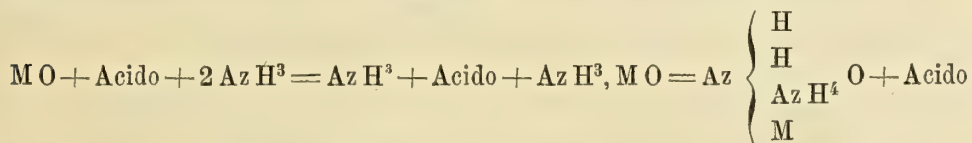
(5) Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie. 1828, tom. XII, pag. 141.

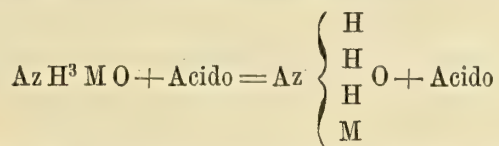
(6) Rammelsberg, *Krystallographische Chemie*, pag. 248. Attribuisco al Rammelsberg tale determinazione perchè non è ivi citato altro autore, come in ogni caso si fa in tale classico trattato.

Alcuni moderni chimici considerano i sali di platinodiamina e palladiamina siccome aggruppantisi sotto il tipo dei corrispondenti sali ammoniacali semplici, come risulta dalla seguente scomposizione:

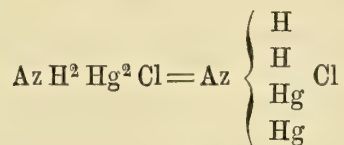
$$Az^2 H^6 Pt O + Acido = Az \left\{ \begin{matrix} H \\ H \\ Az H^4 \\ Pt \end{matrix} \right. O + Acido$$

Cosicchè la base di tali sali sarebbe un ossido di un certo ammonio, in cui un equivalente di idrogeno è sostituito da un equivalente di platino, ed un secondo equivalente di idrogeno sostituito da un equivalente di ammonio. E neppure è nuova l'idea di considerare i sali ammoniacali degli altri metalli anche come aggruppantisi sotto il tipo dei sali ammoniacali semplici nel modo predetto.

Egli è mio debito di citare specialmente fra i propugnatori di questa teoria il Piria. Io trovo nelle note del suo corso di chimica organica a Pisa, che tutti questi sali metallici ammoniacali vogliansi considerare come formanti parte del tipo dei sali semplici di ammoniaca nel modo seguente, ove M è un metallo qualsiasi.

$$M O + Acido + 2 Az H^3 = Az H^3 + Acido + Az H^3, M O = Az \left\{ \begin{matrix} H \\ H \\ Az H^4 \\ M \end{matrix} \right. O + Acido$$

Sotto questo stesso tipo vengono ad aggrupparsi i sali di platinamina di Reiset e palladiamina di Müller, la cui composizione generale è

$$Az H^3 M O + Acido = Az \left\{ \begin{matrix} H \\ H \\ H \\ M \end{matrix} \right. O + Acido$$

In questi sali un solo equivalente di idrogeno sarebbe sostituito da un equivalente di metallo.

E fin d'allora emetteva il Piria la speranza, che si avessero a poter fare altri sali, in cui non un solo equivalente di idrogeno dell'ammonio, ma parecchi avessero ad essere sostituiti da corrispondenti equivalenti metallici. E così ad esempio il precipitato bianco di mercurio si aggruppa anche sotto questo stesso tipo

$$Az H^2 Hg^2 Cl = Az \left\{ \begin{matrix} H \\ H \\ Hg \\ Hg \end{matrix} \right. Cl$$

Siccome ora egli ammette ancora, che si possa mettere al posto di una o più molecole dell'idrogeno dell'ammonio anche molecole non solo di metalli, ma per esempio di cloruri od altri sali, si troverà mezzo di aggruppare sotto questo semplice tipo parecchi corpi, la cui composizione veramente sfugge alle ordinarie leggi della chimica inorganica.

I fatti mostreranno quale sia la veracità di questa bellissima teoria. Ma per

tornare al nostro proposito piacemi rammentare, che ne deriva per conseguenza dovere tutti i sali metallici a due equivalenti d'ammoniaca avere una costituzione analoga a quelli di platinodiamina e palladiamina. E per esempio a provare che nei sali ammoniacali di rame questo non vi fosse nell'ordinario stato, ma aggruppato e mascherato nella cuprodiamina, adduceva il divario notevolissimo fra il colore dei sali ordinarî di rame e quello de'suoi sali ammoniacali; la facoltà che hanno quelli di lasciare precipitare il rame in presenza del ferro, mentre in questi tale precipitazione non si fa più.

Ed aggiungeva il Piria non godere il platino ed il palladio soli della proprietà di fare dei radicali composti cogli elementi dell'ammoniaca, ma essere tale proprietà comune a molti altri metalli. Non essere sempre da sperarsi di potere isolare la base corrispondente alla platinodiamina di Reiset ed alla palladiamina di Müller, ma ciò non dovere ostare a considerare gli altri sali metallici ammoniacali come analogamente costituiti.

Infatti, ei diceva, il platino ed il palladio come pochissimo ossidabili non avere gran tendenza a distruggere il composto $Az^2 H^6 Pt O$ ovvero $Az^2 H^6 Pd O$, ma ove il metallo fosse più ossidabile potrebbe la base non resistere alla tendenza, che ha il metallo per ossidarsi, e l'ammoniaca per svilupparsi; mentre per contro in presenza degli acidi può la metallodiamina acquistare una stabilità sufficiente e dare dei sali, i quali non si scompongono facilmente. L'argento fulminante sembrami una prova di quanto asseriva il Piria.

Ad ogni modo l'isomorfismo dei sali ammoniacali d'argento e dei sali di platinodiamina è il primo passo positivo fatto verso la dimostrazione sperimentale e l'avverazione di questa teoria. Ed è tale isomorfismo un forte argomento per cercare di applicare i principî della chimica organica, dei tipi e delle sostituzioni anche alla classificazione dei composti della chimica minerale.

Io porto speranza, che i chimici potranno facilmente formare tutti i sali degli altri metalli avidi di ammoniaca, che corrispondono a quelli di platinodiamina, palladiamina ed argentodiamina.

Può succedere, che non tutti i sali analoghi anche colla stessa acqua di cristallizzazione assumano la stessa forma cristallina, e che ciò non ostante tutti questi sali non cessino di far parte dello stesso gruppo. Sono troppo frequenti gli esempî di polimorfismo, specialmente nei prodotti dei laboratorî, perchè non si abbia ad attendere, che alcune di queste metallodiamine non riescano isomorfe della platinodiamina e palladiamina. Vuolsi anzi aspettare, che sostituendo al posto dell'idrogeno della diamina un metallo non isomorfo del platino si ottenga una metallodiamina non isomorfa della platinodiamina. Ed è così che quantunque il solfato e l'azotato di ammoniaca non siano isomorfi del solfato ed azotato di platinodiamina, non credesi tuttavia nulla poterne inferire contro la esposta teoria. Anche ammettendo, che la platinodiamina sia un'ammoniaca di cui un atomo di idrogeno è sostituito dal platino ed un altro atomo di idrogeno dall'ammonio, non ne nasce tuttavia, che l'ammonio ed il platino debbano essere isomorfi coll'idrogeno, e che la forma della molecola dell'ammonio composto debba rimanere prossimamente la stessa.

PARTE SECONDA

SULLE FORME CRISTALLINE DEL BORO ADAMANTINO

Wöhler e H. Sainte-Claire-Deville hanno presentato all' Accademia delle Scienze di Parigi nella sua seduta delli 8 dicembre 1856 [1] una Memoria in cui descrivono il boro metallico da loro ottenuto in tre stati affatto diversi. Essi riescirono a fare del boro *adamantino*, *grafitoide* ed *amorfo* precisamente come si ha il carbonio allo stato di Diamante, Grafite e carbone.

Il boro adamantino è in cristalli assai rifrangenti, di una durezza quasi eguale a quella del Diamante, e viene, unico corpo finquì, ad interporsi nella scala delle durezze fra il Diamante ed il Corindone. Il boro grafitoide è in lamelle simili a quelle dell'ordinaria Grafite. Sia il boro adamantino che il grafitoide sono difficilissimi a bruciarsi. Il boro amorfo finalmente è polveroso, si accende e brucia colla massima facilità.

I cristalli di boro adamantino sono per lo più geminati in modo sì complicato che Wöhler e Sainte-Claire-Deville non riescirono a determinarne la forma. Essi esaminarono però i cristalli colla luce polarizzata, e trovarono che ristabiliscono la luce fra due prismi di nichol. Tuttavia essi non si avventurarono ad inferirne nulla perchè temevano avessero il gran potere rifrattorio dei cristalli, e la complicazione delle loro geminazioni a perturbarne i caratteri ottici. Ed in verità l'analogia fra il carbonio ed il boro dietro questo interessantissimo lavoro di Wöhler e Deville si è fatta tale e tanta, che non pareva avessero a far difetto i caratteri cristallografici.

Ebbi alcuni di questi rimarchevolissimi cristalli dal signor Govi professore di fisica all'instituto tecnico di Firenze, che li aveva avuti da Sainte-Claire-Deville stesso nel suo partire da Parigi. I cristalli di boro erano sovra un frammento di alluminio poroso, giacchè i citati autori ottengono questo boro adamantino tenendo per cinque ore l'alluminio e l'acido borico in un crogiuolo di carbone alla temperatura della fusione del nichelio puro.

I cristalli che erano sulle parti esterne del frammento di alluminio erano bruni oscuri, alcuni invece, che si trovavano in una piccola fessura dell'alluminio erano appena colorati in bruno. Le dimensioni di alcuni cristalli arrivavano a mezzo millimetro, ma i cristalli che si riescì a misurare hanno solo da un quinto ad un sesto di millimetro per massima dimensione.

Sistema dimetrico 001, 101 $= 29°. 57'$.

Faccie osservate 100, 110, 111, 221.

[1] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. 1856, tom. XLIII, pag. 1088. — Nuovo Cimento, tom. IV, pag. 464.

Angoli delle varie faccie

	Calcolo	Osservazione		Calcolo	Osservazione
100, 010 =	90°. 0′	90°. 0′	110, $\bar{2}$21 =	90°	
100, 110 =	45°. 0′	45°. 3′	111, 11$\bar{1}$ =	101°. 39′	101°. 52′
100, 111 =	63°. 28′	63°. 24′	111, $\bar{1}$11 =	53°. 4′	53°. 12′
100, 221 =	52°. 56′		111, 221 =	19°. 18′	
110, 111 =	50°. 50′	50°. 56′	221, 22$\bar{1}$ =	63°. 4′	
110, $\bar{1}$11 =	90°		221, $\bar{2}$21 =	74°. 8′	
110, 221 =	31°. 32′	31°. 50′			

Secondo Naumann il sistema cristallino del boro deriverebbe da una piramide tetragonale come quella della fig. 1 ove $\frac{OA}{OB} = a = 0,57619$ essendo $\infty P \infty$, ∞P, P, $2P$ le faccie osservate, e P; $\infty P \infty$, ∞P, $2P$ le combinazioni osservate.

Secondo Weiss sarebbe a:a:c::1:1:0,57619 essendo a:∞a:∞c; a:a:∞c; a:a:c; a:a:2c le faccie osservate.

Secondo Levy e Dufrenoy sarebbe forma primitiva un prisma retto a base quadrata, come quello della fig. 2 ove b:h::1:0,57619. Ed i simboli delle faccie trovate sarebbero M, h′, a′, $a^{\frac{1}{2}}$.

I cristalli hanno la forma di piccoli ottaedri 111 come nella fig. 29. I loro spigoli laterali sono per lo più ottusati dalle faccie 110, ed i loro vertici laterali dalle faccie 100 come nella fig. 30, che si riferisce ad un cristallino quasi nero stato misurato. Oltre alle predette faccie si trova poi 221 come nella fig. 31 che rappresenta un cristallino lievissimamente tinto in bruno che si potè anche misurare. Sono nitidissime le faccie 100 ed anche 110. Le faccie 221 sono qualche volta un po' striate parallelamente a [1$\bar{1}$0]. Le faccie 111 che sono le più sviluppate sono un po' incurvate specialmente nei cristalli bruni scuri.

I corpi semplici dei quali si conosce la forma cristallina vengono ora ad essere ventuno come nell'annesso quadro, ove si scorge che quattro di essi sono riconosciuti dimorfi.

Sistema cristallino dei corpi semplici.

Monometrico	Dimetrico	Trimetrico	Romboedrico	Monoclino
(1) Palladio dimorfo Iridio dimorfo Platino Oro Argento Mercurio Piombo Rame Ferro	Stagno		Palladio dimorfo Iridio dimorfo Bismuto Antimonio Arsenico Tellurio	
Fosforo Carbonio dimorfo (2) Silicio	Boro	Solfo dimorfo Iodio		Solfo dimorfo Selenio (3) Carbonio dimorfo

(1) Vedi Rammelsberg, *Krystallographische Chemie*, per i metalli non affetti da nota speciale.

(2) *Note sur la forme cristalline du Silicium* par M. de Senarmont. Annales de Chimie et Physique, 3me série, 1856, tom. XLVII, pag. 169.

(3) La Grafite era stata finquì creduta romboedrica, ma Nordenskiöld ha dimostrato, che essa è monoclina. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. 1855, pag. 904.

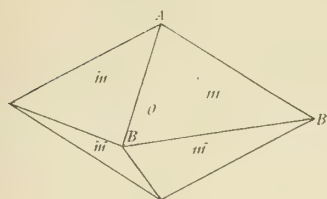
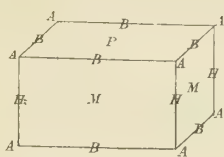
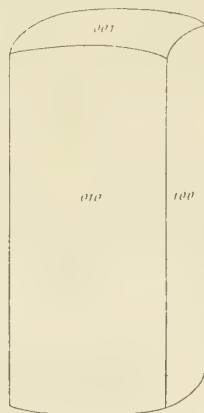
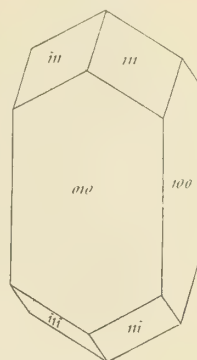
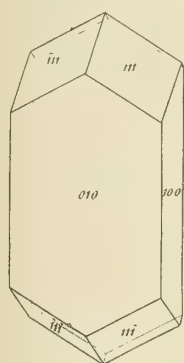
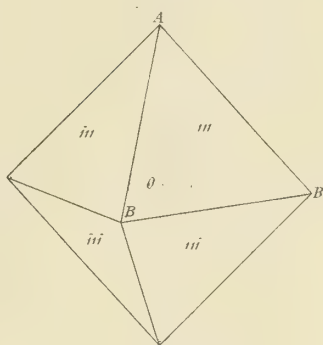
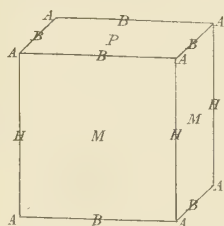
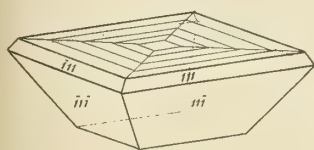
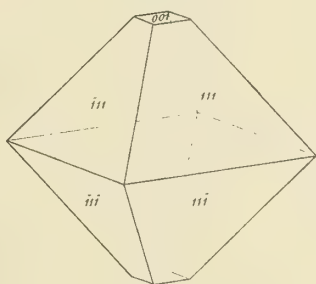
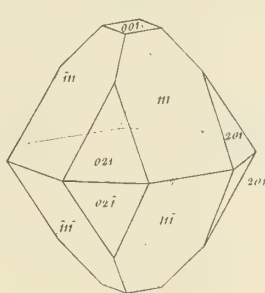
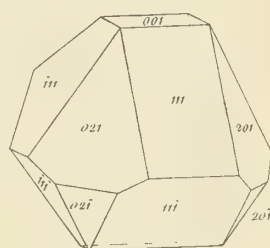
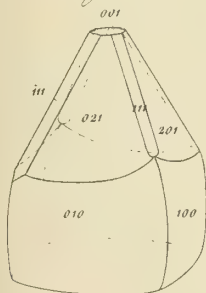
Lo stagno era finquì il solo corpo semplice cristallizzante nel tipo dimetrico: a lato di lui viene ora a porsi il boro. Se ora si esaminano le forme dello stagno determinate da Miller ([1]), e che sono indicate nella fig. 32, si trova l'angolo 110, f = 31°, 26′ mentre l'angolo 110, 221 = 31°, 32′ nel boro.

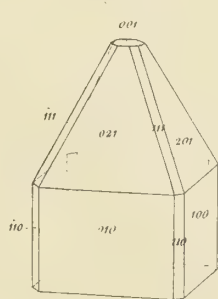
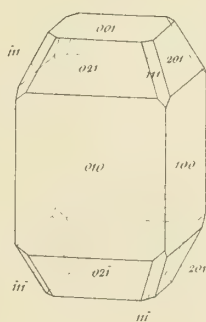
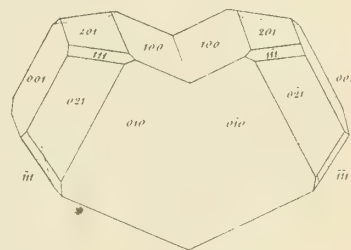
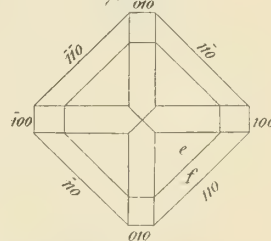
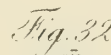
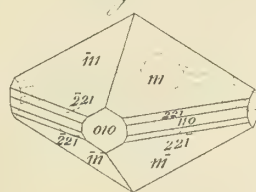
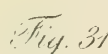
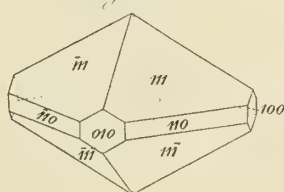
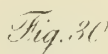
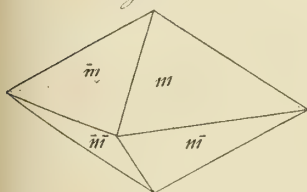
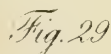
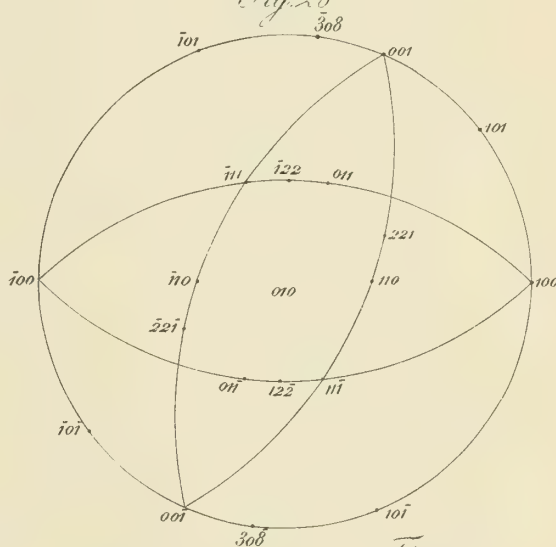
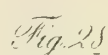
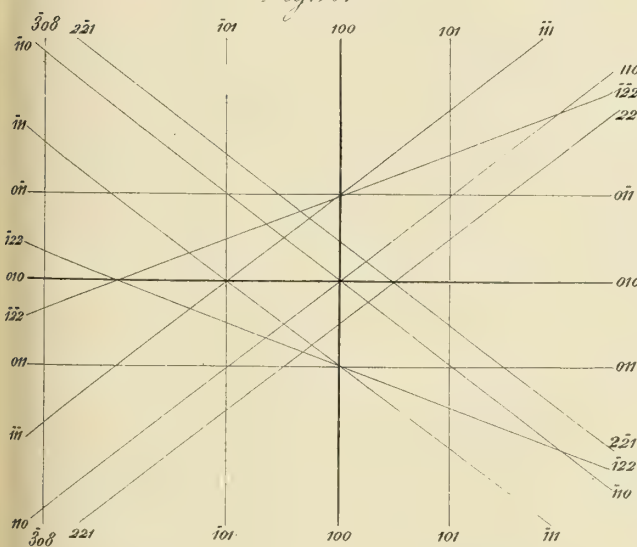
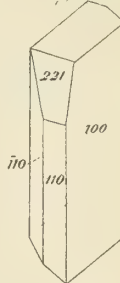
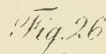
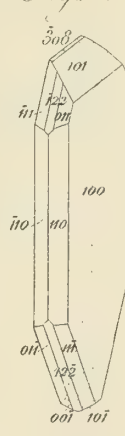
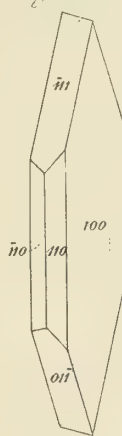
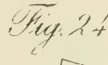
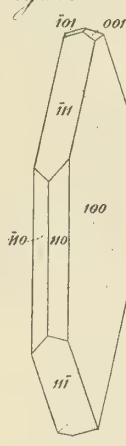
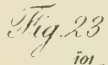
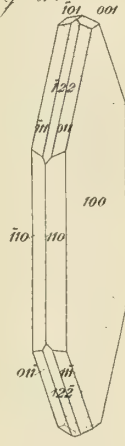
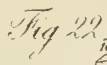
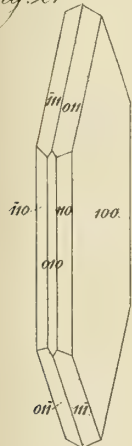
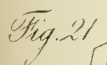
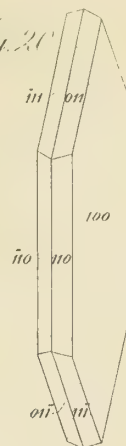
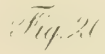
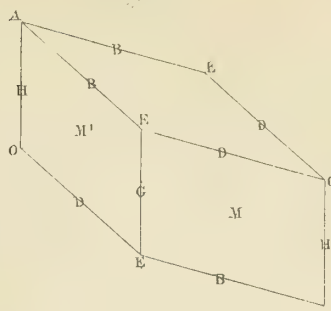
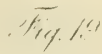
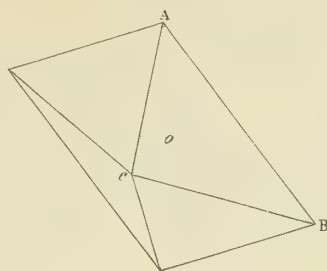
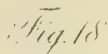
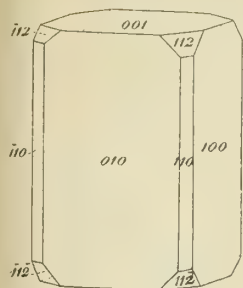
Nasce da ciò, che il boro e lo stagno sono isomorfi. I loro cristalli hanno anche lo stesso aspetto generale, come dimostrano le figure 29 e 32, e non è improbabile che i complicati geminati di stagno descritti da Miller siano anche quelli che si osservano nel boro, e che furono di ostacolo agli autori del boro nel determinarne il sistema cristallino.

L'ottaedro il più sviluppato nel boro non è però identico a quello che è più sviluppato nello stagno. Se si volesse dare alla faccia *f* nella fig. 32 il simbolo 221, sarebbe 223 il simbolo delle faccie *e*.

Questa identità di forme dello stagno e del boro adamantino è assai sorprendente, perchè il boro e lo stagno non presentano grande analogia nei loro composti. Egli è ben vero che le nuove ricerche di Hoffman ([2]) tendono a dimostrare doversi modificare l'equivalente del titano sicchè l'acido titanico sia espresso dalla formola $Ti\,O^3$. Ora siccome l'ossido di stagno è isomorfo dell'acido titanico, sia allo stato di Rutilo, come a quello di Brookite allorchè è preparato col metodo di Daubrée, dovrebbesi conchiudere, che esso va rappresentato colla formola $Sn\,O^3$. L'acido stannico si ricondurrebbe così sotto lo stesso gruppo dell'acido borico $Bo\,O^3$, ma tuttavia la variazione proposta non sembra finora accettata dai chimici. Nulla si può neppure conchiudere dalle forme cristalline degli stannati e dei borati finquì determinati a cagione del divario dell'acqua di cristallizzazione.

Non sarebbe del resto improbabile, che le molecole del boro, che entrano negli ordinarî suoi composti, fossero diversamente aggruppate da quanto il sono nel boro adamantino. Ed i varî isomeri del boro ottenuti da Wöhler e Sainte-Claire-Deville e soprattutto lo stato grafitoide del boro che si separa dalle leghe, che esso fa coll'alluminio, confermano la probabilità di quest'ipotesi.

([1]) Rammelsberg, *Krystallographische Chemie*, pag. 14.
([2]) *Sur le bromure de titanium.* Annales de Chimie et de Physique, 3me série, tom. XLVII, p. 164.

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Sul boro adamantino.

(Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Serie 2ª, Tomo XVII, 1858).
Seduta del 14 giugno 1857.

INTRODUZIONE

In una breve Memoria letta nella seduta delli 4 gennaio 1857, e tosto venuta in luce ([1]) per le solerti cure del nostro benemerito segretario aggiunto, ebbi l'onore di esporre all'Accademia le forme di due cristalli di boro adamantino portati in Torino dal prof. Govi. Non poteva rimaner dubbio sulla loro autenticità, avendoli il Govi ricevuti da H. Sainte-Claire-Deville, ma poteva conservarsi qualche incertezza sulla determinazione cristallografica fatta sovra due esemplari veramente microscopici. Infatti lo sviluppo delle faccie è sovente assai irregolare, e la legge di simmetria fa troppo spesso difetto nei cristalli artificiali: è inoltre facilissimo lo scambiare tra loro alcune delle faccie di icosaedri, ed icositetraedri aventi da un quinto ad un sesto di millimetro per massima dimensione, in modo da essere tratti in errore nelle misure.

Le nostre determinazioni furono tuttavia ben presto confermate da osservazioni di Wöhler e Deville, presentate all'Accademia delle Scienze di Parigi nella seduta delli 16 febbraio 1857 in una loro seconda Memoria sul boro ([2]). I risultati delle loro misure riescirono poco diversi dai nostri e confermarono l'analogia di forme, che v'ha fra tali cristalli e quelli di stagno. La Memoria di Wöhler e Deville venne riprodotta con parecchie ampliazioni, ed alcuni mesi dopo, negli Annali di Poggendorf ([3]), ove si legge come anche il barone Sartorius di Waltershausen abbia ravvisato nel boro adamantino le forme dello stagno.

H. Sainte-Claire-Deville e Wöhler distinguono in questa loro Memoria tre varietà di boro adamantino.

La prima è in lamelle nere, opache, a splendore metallico, le quali si ottengono

([1]) *Sulle forme cristalline di alcuni sali di platino e del boro adamantino.* Memorie della R. Acc. delle Scienze di Torino, serie 2ª, tom. XVII, pag. 337. La parte relativa al boro venne riprodotta nel Nuovo Cimento, tom. V, pag. 50, tradotta in Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie, 1857, tom. C, pag. 646, e data per estratto nella Bibliothèque universelle de Genève, 1857, serie 4ª, tom. 34, pag. 330, e nella Gazzetta Piemontese, 1857, n. 9 e n. 159. Un estratto di una lettera delli 25 dicembre 1856 con cui si comunicavano i risultati ottenuti al S. di Senarmont comparve nell'Institut 18 febbraio 1857 pag. 49 nei Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1857, pag. 342, e in Erdmann und Werther, Journal für praktische Chemie, 1857, tom. LXXI, pag. 39.

([2]) Institut, e Comptes rendus, come sopra.

([3]) Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie, tom. C, pag. 635.

lasciando l'acido borico in contatto coll'alluminio per poco tempo, od a bassa temperie, e diedero all'analisi chimica

Boro	0,976
Carbonio ...... :	0,024
	1,000

La seconda varietà è in cristalli trasparenti aggruppati in modo da formare lunghi prismi contornati a denti di sega. Essa si ottiene lasciando per molte ore un eccesso di alluminio in contatto coll'acido borico entro crogiuolo di carbone, e si mostrò di molto variabile composizione. La media delle analisi riescì

Boro	0,891
Alluminio	0,067
Carbonio	0,042
	1,000

La terza varietà è in cristalli assai splendenti, in generale microscopici, i quali si hanno operando a parecchie riprese, e ad altissima temperie. Riescì troppo malagevole il separare tali cristalli dall'allumina, che li accompagna, onde poterne fare un'analisi; ma tuttavia gli autori li credono ricchi in carbonio ed alluminio.

Wöhler e Deville descrivono più particolarmente il *boro grafitoide* nella versione tedesca del loro lavoro. Essi lo dicono in lamine esilissime di color rosso intenso allorchè viste per trasparenza. Aggiungono, che tali lamelle sono esagone, ed i loro spigoli ottusati da facciuzze alternativamente inclinate verso la faccia superiore, e verso la inferiore della lamella, ed emettono il dubbio, che tali lamelle possano essere ottaedri regolari, in cui due faccie parallele sono sviluppatissime rispetto alle altre.

In una gita testè fatta a Parigi ebbi occasione di vedere molti cristalli di boro presso il signor H. Sainte-Claire-Deville. Questo illustre chimico non solo mi concesse di esaminare ogni suo prodotto, ma volle, che i più bei cristalli io mi avessi, onde studiarli a tutt'agio (¹). Solo inadequatamente posso attestargli la mia gratitudine, rendendo qui omaggio alla nobiltà di chi ama la scienza per le verità, che racchiude, qualunque sia poi la persona, qualunque il modo, per cui abbiano a venire in luce.

Lo studio dei nuovi cristalli ci mena a conchiudere esservi due distinti corpi in quello, che si tenne finora per boro adamantino, ed essere assai verosimilmente il boro grafitoide esilissimi cristalli di uno di essi.

L'uno è in cristalli dimetrici, che in tutto s'accordano con quelli, di cui si espose la determinazione geometrica nella seduta delli 4 gennaio. La storia cristallografica di questo corpo viene ora ad arricchirsi di qualche nuova faccia, e soprattutto di una interessantissima geminazione. Di tale sostanza debbono constare in gran parte la seconda e terza varietà di boro analizzate da Wöhler e Deville, in cui si rinvennero notevoli quantità di boro ed alluminio. Tuttavia per l'incertezza in cui siamo ancora sulla vera costituzione chimica di questo corpo, il chiameremo per ora *boro dimetrico.*

(¹) Questi cristalli vennero incorporati nella raccolta mineralogica nel R. Instituto tecnico di Torino sotto il n. 14717 e 14718.

La seconda sostanza, che noi crediamo comprendere anche il boro grafitoide di Wöhler e Deville, è in cristalli o monometrici, o monoclini in modo che gli angoli risultino vicinissimi a quelli proprii del tipo monometrico. Di tale sostanza doveva soprattutto essere composta la prima varietà di Wöhler e Deville, che risultò quasi intieramente costituita da boro. Quindi è che stante la incertezza del sistema cristallino il designeremo indifferentemente sotto il nome di *boro semplice*, ovvero di *boro monometrico* (?) intendendo di ricordare col primo nome, come si tratti di un corpo composto quasi totalmente da boro, e col secondo come il suo sistema cristallino sia o monometrico, o vicinissimo al monometrico.

Descritti i più importanti cristalli e geminati dell'una e dell'altra sostanza, che si osservarono, se ne trarranno alcune conseguenze non senza importanza per la storia del boro.

Il barone Sartorius di Waltershausen, a cui ci recammo a dovere di tosto inviare il n. 145 della Gazzetta Piemontese delli 20 giugno 1857, che contiene il sunto della seduta dell'Accademia delli 14 giugno fatto dal cav. E. Sismonda, ed in cui si trovano compendiati i principali risultati di questo lavoro, ci trasmise verso il fine di luglio due tavole da lui disegnate ed incise relative al boro. Queste tavole comprendcno 19 figure di cristalli, di cui undici paiono riferirsi al nostro boro dimetrico, ed otto al nostro boro monometrico (?). Delle undici prime otto sono identiche, o composte dalle forme delle nostre figure 1, 2, 3, 7, 8, ma le altre tre paiono riferirsi a gruppi di cristalli come quelli della fig. 7 fra loro paralleli. Delle figure, che ci paiono relative al nostro boro monometrico (?) sette sembrano identiche, o composte da qualcuna delle forme delle nostre figure 16, 17, 19, 21, 24, ma una ottava pare un gruppo diverso dai nostri. Le une e le altre figure sono tra loro frammiste, sicchè non sappiamo neppure se Sartorius distingua più specie di cristalli nel boro adamantino, ovvero se li ritenga tutti identici. Quindi è che aspettiamo col massimo desiderio la pubblicazione dei risultati e dell'opinione che ha sovra quest'argomento il valente mineralista di Goettingen.

Capitolo I.

Boro dimetrico.

I cristalli di boro dimetrico descritti nel nostro primo lavoro avevano la forma generale di ottaedri schiacciati 111 (fig. 1), i cui spigoli ed angoli orizzontali siano smussati dalle faccie dei prismi 110 e 100 (fig. 2). Già si era notato come gli spigoli fra 111 e 110 fossero in qualche caso smussati dall'ottaedro 221 (fig. 3), ed ora possiamo aggiungere, che anche gli spigoli dell'ottaedro 111 concorrenti ai vertici superiore ed inferiore si mostrino più d'una volta smussati dalle faccie dell'ottaedro 101 (fig. 4). I piccoli cristalli rivestono per lo più una tal forma ottaedrica.

Nei cristalli un po' maggiori si sviluppano sovente le faccie dei prismi, come nella fig. 5, quantunque non sempre colla stessa regolarità. E ad esempio si rinvenne

una esile tavola prodotta da un anormale sviluppo di 110 ed $\bar{1}\bar{1}0$ (fig. 6), ed un cristallo avente un abito trimetrico deciso, per la maggiore estensione delle faccie 010 e $0\bar{1}0$ (fig. 7).

Non sono infrequenti le faccie 221 ed anche 101 in tali cristalli prismatici (fig. 8), e sono tal fiata persino smussati gli spigoli fra 111 e 100 (fig. 9). A dir lo vero tali smussature sono esigue ed alquanto rotondate, ma come una difficile ed incerta misura somministrò un angolo con 100 vicino a quello che corrisponde a 100, 211, e si trovò una immagine poco distinta nella zona 110, 101, crediamo di dover tenere 211 per probabile simbolo di tale smussatura.

Assai più frequenti dei cristalli semplici sono i geminati. È asse di geminazione $[10\bar{1}]$ ovvero è faccia di geminazione 101.

I gemelli si allungano per lo più secondo l'asse di geminazione come la fig. 10 dimostra, ed in tal caso sia perchè la punta di ogni gemello riesce specialmente formata da quattro faccie $\bar{1}10$, $\bar{1}\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}1$, $\bar{1}11$, sia per essere 010, 101 $=$ 90°, è facilissimo lo scambiarli coi cristalli della fig. 7. È qualche volta necessario un attento esame della disposizione delle faccie, ovvero una misura per chiarire la vera orientazione del cristallo. Ed a tale intento giovano spesso moltissimo le faccie 221, le quali distinguono tosto le faccie 110 dalle faccie 111.

I cristalli sviluppati come si disse, sono per lo più riuniti ad altri e paralleli, e girati di 180° attorno a $[10\bar{1}]$. La disposizione di due gemelli riesce allora quella della fig. 11. Ma nella maggior parte dei casi il geminato si compone di molti individui girati e adossati gli uni agli altri, come la fig. 12 dimostra per due di essi, in modo che riveste la forma di un lungo prisma tutto addentellato. I cristalli di boro dimetrico un po' grossi hanno quasi tutti una così fatta disposizione, per cui lo studio cristallografico ne riesce a prima giunta assai malagevole.

Il boro dimetrico geminato può presentare alcuni fatti geometrici curiosi non frequenti nella cristallografia. L'angolo 001, 101 si era trovato nelle nostre prime misure di 29°. 57'. Ammettiamolo per un momento di 30°, e ciò noi potremo fare con ogni tranquillità, non essendo i primi cristalli misurati tali da poter rispondere di 3'. Sul piano della fig. 15 si disegnino gli assi OX ed OZ relativi al boro dimetrico sarà $ZXO = 30°$. Se ora si fanno girare tali assi di 180° attorno ad una parallela a XZ sicchè vengano a disporsi secondo $OX_{\prime}$ ed $OZ_{\prime}$ egli è evidente che $OZ_{\prime}$ sarà parallela a $ZX_{\prime}$, e $Z_{\prime}X_{\prime}'$ sarà parallela ad OZ.

Indi nasce, che nei due gemelli non solo sarà comune la zona $[10\bar{1}]$ comprendente l'asse di geminazione, e saranno comuni le faccie 010, 111, 101 in essa comprese, ma che inoltre la zona $[001] = ZZ_{\prime}$ dell'un gemello coinciderà colla zona $[101] = ZX'$ dell'altro gemello, ed inversamente. Se perciò si pone il geminato sul goniometro in modo che le faccie 010, $\bar{1}10$, $\bar{1}00$ ecc. dell'un gemello (fig. 11 e 12) siano parallele all'asse di rotazione dello stromento, s'incontrano pure in zona le faccie $0\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}1$, $\bar{1}11$ ecc. dell'altro. E se il geminato è adorno delle faccie 101, la faccia $\bar{1}00$ dell'un gemello riesce parallela alla faccia, che smusserebbe lo spigolo $\bar{1}\bar{1}1$, $\bar{1}11$ dell'altro, ossia alla faccia $\bar{1}01$, ed inversamente.

Se l'angolo caratteristico del boro dimetrico fosse esattamente 29°. 57', quel che sopra si disse non dovrebbe essere esattamente confermato dall'osservazione; però

siccome le riunioni di cristalli obbediscono per lo più solo approssimativamente alle leggi di geminazione, non si può decidere, se il piccolo divario fra l'osservazione, e quanto si disse, debba attribuirsi all'angolo caratteristico del sistema cristallino, oppure alla irregolarità dell'aggruppamento dei gemelli.

Veramente strani riescono i geminati ove scompaiano gli angoli rientranti. Conservo un bel cristalluccio il quale ha una forma assai vicina a quella della fig. 13. La parte posteriore è parallela a quella del gemello destro della fig. 11. La parte anteriore si compone invece di una sottile falda parallela al gemello sinistro della fig. 11. Tale falda è applicata contro la parte posteriore in modo che la faccia $\bar{1}01$ di questa coincide colla faccia $\bar{1}00$ di quella senza traccia di angolo rientrante. La falda anteriore non si estende verso destra molto oltre la metà del disegno, ed avanza verso sinistra un po' più della parte posteriore, sicchè non ha tutta la regolarità del disegno, ma il suo studio riesce tuttavia a prima giunta assai difficile, perchè la insolita moltiplicità di zone comuni a ciascuno dei gemelli fa credere semplice il geminato.

La facilità di scambiare i geminati con cristalli semplici, od almeno paralleli si trova singolarmente accresciuta dall'essere le faccie di uno dei gemelli faccie possibili dell'altro gemello ([1]). La fig. 15 mostra infatti all'evidenza come il nuovo asse $oZ_{\prime}$ riferito agli antichi assi abbia per simbolo $[\bar{1}0\bar{1}]$, ed il nuovo asse $oX_{\prime}$ abbia rispetto agli antichi per simbolo $[10\bar{3}]$. Sarebbe quindi agevole il trovare la notazione delle faccie di un gemello rispetto agli assi dell'altro gemello, facendo uso delle formole generali di trasformazione di assi ([2]). Ma la fig. 15 ed un noto teorema di geometria elementare possono tosto condurci allo scopo.

Sia uvw una faccia riferita agli assi oX, oY, oZ; ove essa si faccia passare per X sarà $\frac{on}{oZ}=\frac{u}{w}$. Ora siccome $XZ_{\prime}'=Z_{\prime}'Z=ZX_{\prime}'$ sarà per un noto teorema deducibile da quel di Ptolomeo,

$$\frac{om}{mZ_{\prime}'}=2\frac{on}{nZ}=3\frac{op}{pX_{\prime}'};$$

onde

$$\frac{om}{oZ_{\prime}'}=\frac{2u}{u+w}; \qquad \frac{op}{oX_{\prime}'}=\frac{2u}{3w-u}.$$

E se u'v'w' è il simbolo della faccia uvw riferita agli assi dell'altro gemello, sarà

$$u'=u-3w; \qquad v'=-2v; \qquad w'=-u-w.$$

Quindi nasce che nel geminato della fig. 13 le faccie $\bar{1}10$ e $\bar{1}11$ del gemello anteriore coinciderebbero colle faccie $\bar{1}\bar{2}1$ e $\bar{2}\bar{1}0$ del gemello posteriore. La prima di tali faccie è la sola bene sviluppata, e siccome corrisponde ad una forma già osservata (fig. 9) in cristalli semplici, si fa manifesta l'analogia del geminato della fig. 13 con un cristallo semplice. Però le linee di congiunzione della falda anteriore colla posteriore, e la analogia coi geminati della fig. 12 non lasciano alcun dubbio sulla sua vera natura.

([1]) Vedi al fine la nota (B).
([2]) Vedi al fine la nota (A).

La fig. 15 dimostra ancora che se $[10\bar{1}]$ è l'asse di geminazione, sarà faccia possibile il piano perpendicolare a tale asse; essa potrà quindi essere faccia di geminazione, ed il suo simbolo sarà evidentemente $30\bar{1}$ (¹). Si potrebbe parimenti assumere 101 per faccia di geminazione; ora risulta dalla fig. 15 che la retta perpendicolare a tale faccia è spigolo possibile; potrà quindi assumersi la medesima per asse di geminazione ed il suo simbolo sarà [103]. Sicchè possono prendersi per assi di geminazione $[10\bar{1}]$ ovvero [103], e per faccie di geminazione 101 oppure $30\bar{1}$.

Il colore dei cristalli varia assai, poichè va dal giallo chiaro al verde pistacchio, ovvero all'arancio ed al bruno. Quando il colore è un po' pronunciato perdono tosto la trasparenza, ed acquistano uno splendore metallico vivacissimo; ma i cristalli a tinte chiare hanno splendore sì vivo da non potersi meglio comparare, che a quello dei diamanti colorati. Il potere rifrangente deve essere assai grande, perchè l'angolo di polarizzazione, per quanto sovra così piccoli cristalli si potè vedere, s'avvicina a quello, che corrisponde al Diamante.

Le faccie 110 presentano talora strie [001] e le faccie 221 strie $[1\bar{1}0]$.

Le faccie 111 mostrano spesso dei vacui, come se formatisi prima gli spigoli fosse mancata materia per completare dapertutto i piani passanti per essi spigoli.

Gli angoli ottenuti nelle nuove misure differiscono spesso assai, quando in un senso, e quando in un altro, da quelli indicati nel nostro primo lavoro. Anche in cristalli nitidissimi si hanno divarii ragguardevoli fra gli angoli, che vorrebbero essere eguali. Noi non crediamo ancora, che i prodotti, di cui potemmo disporre, ci permettano di discutere le avute variazioni di angoli. Una siffatta ricerca sarebbe assai interessante, ove fosse accompagnata da corrispondenti analisi chimiche, importando l'accertare se là dove si hanno divarii di angoli nello stesso senso si abbiano pure analoghe differenze di composizione. Non si deve tuttavia passare sotto silenzio quanto considerevoli siano spesso le differenze degli angoli nei cristalli artificiali, senza che paiano dipendere da corrispondenti variazioni di composizione.

Riteniamo quindi per ora i dati, che conseguono le nostre antiche misure, e diamo un quadro più completo di angoli calcolati.

Sistema dimetrico 001, 101 = 29°. 57′.

Forme osservate 100, 110, 101, 111, 221, 211.

Combinazioni osservate 111; 100, 110, 101, 221, 211.
100, 110, 111; 101, 221, 211.

Asse di geminazione [101] od anche [103].

100, 010	=	90°	110, 111	=	50°. 50′
100, 110	=	45°	110, 221	=	31°. 32′
100, 101	=	60°. 3′	110, 211	=	41°. 27′
100, 111	=	63°. 28′	110, $2\bar{1}1$	=	75°. 52′
100, 221	=	52°. 56′	101, 011	=	41°. 21′
100, 211	=	45°. 3′	101, $\bar{1}01$	=	59°. 54′
100, 121	=	69°. 19′	101, 111	=	26°. 32′
110, 101	=	69°. 20′	101, $\bar{1}11$	=	63°. 20′

(¹) Vedi al fine la nota (B).

101, 221	= 41°. 3′	111, $\bar{2}\bar{1}1$	= 89°. 53′
101, $\bar{2}21$	= 81°. 15′	221, $\bar{2}21$	= 74°. 8′
101, 211	= 27°. 52′	221, $\bar{2}\bar{2}1$	= 116°. 56′
101, 121	= 44°. 57′	221, 211	= 16°. 22′
101, $\bar{1}21$	= 69°. 13′	221, $\bar{1}21$	= 57°. 45′
101, $\bar{2}11$	= 79°. 43′	221, $\bar{2}11$	= 83°. 49′
111, $\bar{1}11$	= 53°. 4′	221, $\bar{2}\bar{1}1$	= 108°. 32′
111, $\bar{1}\bar{1}1$	= 78°. 21′	211, 121	= 28°. 15′
111, 221	= 19°. 18′	211, $2\bar{1}1$	= 41°. 23′
111, $\bar{2}21$	= 66°. 5′	211, $\bar{1}21$	= 67°. 55′
111, 211	= 18°. 25′	211, $\bar{2}11$	= 89°. 55′
111, $\bar{1}21$	= 50°. 43′	211, $\bar{1}\bar{2}1$	= 97°. 5′
111, $\bar{2}11$	= 71°. 29′	211, $\bar{2}\bar{1}1$	= 104°. 22′.

Secondo Naumann sarebbe a = 0,576

Forme osservate ∞P∞, ∞P, P∞, P, 2P, 2P2.

Combinazioni osservate P; ∞P∞, ∞P, P∞, 2P, 2P2

∞P∞, ∞P, P; P∞, 2P, 2P2.

Faccia di geminazione P∞ ovvero 3P∞.

Secondo Weiss sarebbe a:a:c::1:1:0,576

Forme osservate a:∞a:∞c; a:a:∞c; a:∞a:c; a:a:c; a:a:2c; a:$\frac{1}{2}$a:c.

Faccia di geminazione a:∞a:c oppure a:∞a:3c.

Secondo Levy e Dufrenoy sarebbe forma primitiva un prisma retto a base quadrata ove b:h::1:0,576

Forme osservate M, h′, b′, a′, $a^{\frac{1}{2}}$, a_2.

Faccia di geminazione b′ oppure $b^{\frac{1}{3}}$.

Capitolo II.

Boro semplice, o monometrico (?).

Questa sostanza si presenta sotto forme assai diverse, che si possono aggruppare sotto tre differenti tipi di cristalli semplici, cioè di lamelle esagone, di lamelle rettangole, e di ottaedrucci. La fig. 34 indica la disposizione delle faccie e delle zone osservate. Nelle figure della tav. II stanno le stesse lettere della fig. 34, solo si mette un asterisco superiore a lato della lettera, che si riferisce ad una faccia parallela a quella indicata colla stessa lettera nella fig. 34.

Il boro semplice è in generale sotto forma di lamelle esagone. Queste sono talvolta terminate lateralmente da faccie quasi perpendicolari alla base superiore in modo da formare un prisma esagono (fig. 16). Quattro degli angoli del prisma sono spessissimo troncati da quattro faccie c e $c_{,}$ (fig. 17), mentre le basi e del prisma sono quasi sempre striate parallelamente alla loro intersezione con c, e raramente presentano qualche debole stria nel senso perpendicolare a tale intersezione (fig. 16). È degno

di osservazione come le faccie c non siano sempre egualmente sviluppate, come ad esempio esistano c e $c_{\prime}'$ da una parte, mentre si ha appena traccia delle due faccie ad esse parallele.

Altra volta sono invece le lamelle terminate lateralmente da faccie $f\ g\ g_{\prime}$ alternativamente ascendenti e discendenti (fig. 19). Anche in tal caso sono striate le faccie e ed esistono quasi sempre le faccie c, cosicchè il più delle volte si hanno varie combinazioni delle descritte faccie. La fig. 18 rappresenta appunto una di queste combinazioni.

Le lamelle si fanno tal fiata esilissime conservando sempre la loro forma esagona, e mostrando ancora traccie distinte sia di strie, sia delle faccie laterali della fig. 18. L'aspetto, e lo splendore delle lamelle sottili rimane identico a quello delle maggiori lamine misurate, ma se sono di sufficiente sottigliezza lasciano passare la luce per trasparenza, e prendono un color rosso vivacissimo analogo a quello della Pirargirite. Le lamelle di cui ragioniamo costituiscono il *boro grafitoide* di Wöhler e Deville, ed a noi non rimane quasi dubbio che siano identiche coi maggiori cristalli di boro semplice, tanto più che anche sovra questi si osservano più d'una volta riflessi rossigni analoghi a quelli che emergono dalle laminette sottili; riflessi, che paiono dovuti a luce che arriva all'occhio dopo aver attraversato sottili scagliuzze di rottura alla superficie dei cristalli.

Il boro semplice non è sempre in lamelle esagone, esso è qualche volta in tavole quadrangolari. La fig. 20 si riferisce ad un cristallo avente un abito diversissimo da quello dei precedenti, il quale è essenzialmente terminato dalle faccie $e\ c\ c_{\prime}\ q$ sussidiate dalle minori $h\ r\ m\ g\ p\ b\ k\ f$.

Il cristallo precedente è quasi quadrato, ma più frequentemente essi allungansi in varî sensi, e non sono rari i gruppi di cristalli paralleli, di cui ciascuno si prolunga in senso diverso. La fig. 27 rappresenta una riunione di due cristalli paralleli, ambi formati dalle faccie $e\ c\ m\ p\ q\ b\ k\ n\ g\ h$ e tali che mentre l'uno è allungato in una, si trova l'altro più sviluppato nella perpendicolare direzione. Allorquando parecchi individui, come l'uno dei precedenti, si riuniscono a parecchi altri allungati nel senso perpendicolare, come appunto l'altro degli individui della fig. 27, il gruppo sembra veramente contornato a denti di sega.

Gli angoli delle faccie $e\ f\ g\ g_{\prime}$ sono assai vicini a quelli dell'ottaedro regolare, e *geometricamente* parlando, si potrà considerare il cristallo della fig. 19 come un ottaedro, in cui due faccie sono molto più estese delle altre sei. Occorre invece, che tutte le faccie siano quasi egualmente sviluppate, e si hanno allora cristalli quasi identici coll'ottaedro regolare. La fig. 24 rappresenta un piccolo ottaedro colle faccie $a\ a_{\prime}\ b$ le quali corrisponderebbero a quelle del cubo, ed e questo il più nitido cristallo da noi studiato.

Sovra il cristallo della fig. 24 riescirebbe meno facile il discernere le faccie e dalle faccie $f\ g\ g_{\prime}$ ma giovano a tale intento, e le strie, che per lo più esistono sulle faccie e, e le faccie c, che si mostrano quasi sempre. Sul cristallo della fig. 25 le faccie c dimostrano immediatamente la posizione delle faccie e.

L'orientazione è meno agevole allorquando oltre alle faccie c esistono anche le d (fig. 26), ma non lieve sussidio recano allora le strie sopra e. Non vuolsi però nascondere

come per il fatto delle geminazioni, di cui fra breve si dirà, appaiano talvolta strie sovra f e g le quali, come nel caso in cui niuna stria esiste, rendono quasi impossibile l'orientazione di tali cristalli ottaedrici.

I cristalli di boro semplice sono quasi sempre geminati, ed anche nei cristalli sopradescritti si osserva sempre od attorno, od internamente al principale cristallo, qualche appendice geminata secondo una delle leggi che stiamo per esporre.

La geminazione più comune è quella della fig. 21, ove e è faccia di geminazione. La fig. 22 rappresenta lo stesso geminato ricco delle faccie c e c_1. La massima parte dei cristalli di boro monometrico? che ci caddero sott'occhio hanno la forma di tale fig. 22.

Si potrebbero moltiplicare assai le figure ove si volessero disegnare le varie combinazioni di gemelli aventi qualcuna delle forme delle figure 17, 18 e 20. Fra le combinazioni da noi osservate ricorderemo solo quella della fig. 23, la quale ha un aspetto triangolare, e va ricca di due faccie l e l_1 meno frequenti.

Noteremo in secondo luogo come i geminati si compongano spesso non di soli due individui, come nella fig. 21, ma come sotto il secondo gemello un terzo ne contengano, il quale si trova girato di 180° attorno alla normale alla comune faccia e, cosicchè questo terzo gemello riesce parallelo al primo. E si hanno tal fiata cristalli composti di molte lamelle, delle quali ciascuna si trova girata di 180° attorno alla normale alle faccie e che ha comuni colle adiacenti lamelle, fra cui è compresa.

Diremo finalmente, che non è infrequente il caso in cui il geminato si compone di due individui, dei quali uno ha la forma delle fig. 16 e 17 mentre l'altro ha la forma della fig. 19. Si ha una idea di tale disposizione nel triplo geminato della fig. 29, ove non si consideri la grossa lamella, che si stacca alla destra del gruppo superiore. Si ha infatti in questo un gemello superiore composto di $e\ h\ k\ n\ c$ ed una lamina inferiore composta di $e\ g\ c$.

La legge di geminazione dei cristalli rappresentati colle fig. 28 e 29 è la stessa, che governa i precedenti geminati, quando si ammetta che il boro semplice sia monometrico, vale a dire che le faccie $e\ f\ g$ siano identiche. Ma ben diversa riesce la legge, ove si ammetta il boro semplice come monoclino.

La fig. 28 rappresenta un geminato in cui ciascun gemello è terminato dalle faccie $e\ f\ g\ c$ e dove è faccia di geminazione una parallela a g_1. Le note strie sulle faccie e e le faccie c che sono sviluppatissime, non lasciano alcun dubbio sulla orientazione relativa dei due individui. Vuolsi aggiungere, che ciascun individuo si compone esso stesso di due gemelli a cui è faccia di geminazione la e a seconda di quanto avviene nella fig. 22. Cosicchè in realtà il gruppo della fig. 28 si compone di quattro individui. Ma siccome sono assai più sviluppati i due gemelli indicati sulla figura, non si è creduto utile l'accrescerne la complicazione coll'aggiunta degli altri due gemelli.

Assai rimarchevole ed istruttivo riesce il gruppo della fig. 29. La composizione della parte superiore venne testè dilucidata: resta a dar conto del modo con cui è ad essa rilegata la lamella inferiore. La faccia e' di questa coincide colla faccia g della parte inferiore del gruppo superiore, ed è facile lo scorgere, che se a ciascuno dei tre individui si suppone sostituito l'ottaedro da cui si può immaginare derivato, li tre ottaedri avranno una disposizione relativa come nella fig. 30.

Ammettendo il boro semplice come monometrico non si avrebbe altro nella fig. 30, che un gruppo di tre ottaedri, dei quali ciascuno si trova girato rispetto al vicino di 180° attorno alla perpendicolare alla faccia dell'ottaedro, che si trova comune ad entrambi. Ma se riflettendo che nel gruppo della fig. 29 l'individuo intermedio è pochissimo sviluppato rispetto agli altri due, non si volesse tener conto dell'ottaedro intermedio della fig. 30, si potrebbe tuttavia ricondurre facilmente il terzo ottaedro ad essere parallelo al primo. Basterebbe perciò il farlo girare di 180° attorno alla perpendicolare al piano, che bipartisce l'angolo ottuso fatto dalle faccie e e' nei due gemelli. Il piano in questione non è altro, che una delle faccie del cubo dell'ottaedro intermedio, e riferito agli assi dell'ottaedro superiore avrebbe per simbolo $2\bar{1}2$ (¹).

Ove si ammetta invece che il boro semplice non è monometrico, ovvero se anche in tale ipotesi voglionsi ricondurre i gemelli in modo che le faccie striate occupino la stessa posizione, si può tuttavia render conto della disposizione della fig. 29 in modo assai semplice. Si giri l'ottaedro anteriore della fig. 30 di 180° attorno alla perpendicolare alla faccia, che ha comune coll'ottaedro intermedio, e si disegni anche questo ottaedro intermedio: si avrà la fig. 31. Ora egli è facile vedere che se si fa girare l'ottaedro inferiore di 180° attorno all'asse y y' le sue faccie striate verranno a condursi nella stessa posizione in cui sono tali faccie nell'ottaedro superiore. Sarebbe quindi asse di geminazione prima la normale alla faccia e e poscia l'asse y y'.

Un gruppo di cristalli, che deve prendere posto fra i più curiosi di tutta la cristallografia è quello indicato colla fig. 32, la quale rappresenta pressochè esattamente un piccolo esemplare da noi posseduto, la cui regolarità nulla lascia a desiderare. È assai facile il darne conto. Suppongansi, come nella fig. 33, quattro ottaedri i cui vertici vengano a riunirsi in un sol punto, e che si tocchino per le loro faccie non adiacenti. Suppongasi ora che le faccie degli ottaedri, le quali concorrono al vertice comune siano mascherate dallo sviluppo delle faccie parallele, che ad esso vertice comune non concorrono, si avrà un gruppo come quello formato dai quattro principali individui della fig. 32.

L'angolo dell'ottaedro regolare essendo di 70°. 32′, rimane fra le faccie estreme degli ottaedri della fig. 33 supposti monometrici un intervallo di 77°. 52′, cosicchè un quinto ottaedro non basta per riempiere tale spazio. La natura provvide invece nell'esemplare da noi studiato applicando contro gli ottaedri estremi due sottili falde, che obbediscono alla stessa legge di geminazione, da cui sono governati i maggiori individui, e che riescono quasi parallele fra loro. Manca nel nostro esemplare il solito corredo di faccie ausiliari e di strie onde stabilire con sicurezza l'orientazione rispettiva di ciascun individuo nell'ipotesi monoclina; come pure non sono le faccie abbastanza nitide onde si possano fare misure atte a gettar luce sulla natura del sistema cristallino del boro semplice.

La fig. 34 determina la posizione delle varie faccie e zone state osservate nel boro semplice, ma prima di indicarne i simboli voglionsi premettere alcune considerazioni sul sistema cristallino da attribuirsi a tale sostanza.

Ove si riguardi la forma generale dei cristalli disegnati nella nostra tavola II,

(¹) Vedi al fine la nota (B).

si scorge come essa sia propria dei cristalli *monoclini*. Alcuni degli esemplari ivi rappresentati non offrono neppure tutta la regolarità delle figure, come anche non esistono sempre tutte le faccie, che esige la simmetria del sistema monoclino, ma tuttavia l'abito generale dei cristalli è veramente monoclino. Così si notò come esistano talvolta solo due delle faccie c mentre le loro parallele sono appena indicate, ma tenendo conto dell'aspetto comune alla maggior parte dei cristalli, noi credemmo di poter dare ai disegni almeno la regolarità monoclina.

Si potrebbe supporre il boro semplice *trimetrico emiedro*. Ma siccome nè la simmetria delle faccie, nè le fatte misure corrispondono meglio ad un sistema trimetrico, che ad un monoclino, crediamo di poterci fermare sovra quest'ultimo sistema. Infatti *geometricamente* parlando il sistema trimetrico emiedro è identico con un monoclino, in cui le faccie 100, 001 siano fra loro perpendicolari, e l'ultimo ha per noi il vantaggio di caratterizzare e definire immediatamente la natura della simmetria, che generalmente si osserva nei cristalli di boro semplice.

Ove invece si misurino gli angoli, si trova che essi avvicinansi tanto a quelli del sistema monometrico, da potersi credere essere il boro semplice, come buona parte de' corpi semplici, *monometrico*. Esponiamo qui le ragioni, che ci rendono ancora perplessi fra il sistema monometrico ed il monoclino.

Tendono a far tenere il boro semplice quale *monoclino*

1.° La disposizione delle faccie e delle strie nella maggior parte dei cristalli esaminati.

2.° L'influenza che le esili lamelle allorchè trasparenti hanno sulla luce polarizzata. Una sottilissima lamina esagona, che noi conserviamo, e che mostra qualche traccia delle strie di cui alla fig. 16 ristabilisce molto chiaramente la luce in un microscopio munito di specchio polarizzatore, e di un prisma di Nichol, ovvero anche fra due tormaline ai raggi solari, allorchè tali strie fanno angolo di 45° coi piani principali dell'apparato. L'azione sulla luce polarizzata è tanto distinta quanto si può desiderare, ma non si riescì a vedere traccia di anelli.

3.° Il divario fra gli angoli osservati, e quelli corrispondenti al sistema monometrico. I cristalli più nitidi che si ebbero furono quelli delle fig. 24 e 25. Ecco le osservazioni fatte al goniometro di Wollaston, prendendo le medie fra le letture corrispondenti a faccie parallele, allorquando queste esistevano.

	Fig. 24.	Fig. 25.
$e.f =$	71°. 6′ e 70°. 53′ (due immagini)	71°. 8′ a 72° (varie immagini)
$e.g =$	70°. 28′	69°. 57′
$e.g_{,} =$	70°. 21′	69°. 47′
$g.g'_{,} =$	71°. 6′	71°. 16′
$f'.g =$	70°. 17′ e 70°. 37′ (due immagini)	70°. 4′
$f'.g_{,} =$	70°. 21′ e 69°. 32′ (id.)	70°. 34′

In altri cristalli ove si potè pescare qualche angolo nitido si ebbero quasi sempre risultati vicini ai sopradetti, e procedenti nello stesso ordine di grandezza.

Ora dal quadro che precede risulta

$$e.g = e.g_{,}\,; \qquad f'.g = f'.g_{,}$$

come l'ipotesi monoclina vorrebbe.

Tendono invece a far credere il boro semplice quale *monometrico* le osservazioni seguenti.

1.° È assai frequente nei cristalli artificiali uno sviluppo anormale, e talor costante per gli stessi metodi di preparazione, di certe faccie, le quali danno loro un abito assai diverso da quello, che è proprio al sistema cristallino. Anche i cristalli naturali, e specialmente quelli dei metalli nativi, sono spesso assai deformati. Basti per non moltiplicare gli esempi, ricordare i cristalli di argento descritti da G. Rose (1). Non proverebbero quindi molto contro l'ipotesi monometrica le strie e la dissimmetria delle faccie nei descritti cristalli.

2.° Si hanno parecchi esempi di cristalli monometrici, i quali influiscono e per riflessione e per rifrazione sulla luce polarizzata. La luce riflessa da corpi monometrici molto rifrangenti è polarizzata elitticamente, e se il raggio che attraversa una lamina di boro semplice si polarizza elitticamente, può presentare il fenomeno osservato. Noteremo del resto, che le stesse cause le quali perturbano non solo la simmetria dell'aggruppamento delle molecole, ma che alterano bene spesso anche la legge di connessione delle forme cristalline di una sostanza variandone considerevolmente gli angoli, possano avere influenza sulla disposizione delle molecole dell'etere luminoso, e rendere anisotropo un mezzo, che senza la causa perturbante sarebbe stato perfettamente isotropo. Non si vuole tuttavia nascondere, essere l'azione del boro semplice sulla luce polarizzata tanto distinta, che chi esamina in tal modo una lamina di boro non sa persuadersi, che faccia parte di un corpo monometrico; ed è senza dubbio questa la più forte obbiezione contro l'ipotesi monometrica (2).

3°. Ogni cristallografo il quale siasi cimentato con cristalli artificiali sa per esperienza quanto ragguardevoli siano spesso i divarî nei loro angoli (3). Basti rammentare in proposito, come il primo silicio preparato da Deville e Wöhler fosse in lunghi prismi esagoni terminati da un romboedro di 69°. 30′ (4). Si trovò quindi in altri cristalli più perfetti, che tali prismi erano formati da ottaedri e tetraedri monometrici, il cui angolo venne in ottaedri perfettissimi a mostrarsi proprio di 70°, 32′ (5).

Vuolsi aggiungere che i cristalli di boro semplice sono sempre variamente geminati. Ora si sa dalle osservazioni di Schroeder sulla Datolite (6), di Descloizeaux sul Quarzo (7), e dalle esatte misure, con cui ha tanto arricchita la odierna cristallografia

(1) Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie. Tom. LXIV, pag. 533.

(2) Due ottici esimii a cui avevo comunicato i miei dubbi in proposito de Senarmont e Descloizeaux mi scrivono il primo « Les actions lamellaires sont insuffisantes pour expliquer un effet aussi « prononcé . . . . . Ce qui me paraît le plus probable, c'est que le Bore que j'ai vu n'est pas ré- « gulier . . . . . Pour trancher la question il faudrait voir les anneaux et la croix ». E mi annuncia il secondo, che alcuni diamanti influiscono benissimo sulla luce polarizzata.

(3) Aspettiamo con molto desiderio ed impazienza che lo Scacchi pubblichi le osservazioni sovra questo argomento, che egli annuncia, e di cui ne comunica alcune relative ad un solfato manganoso potassico. 1857, Giambattista Vico, tom. 2, pag. 405.

(4) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tom. XLII, pag. 52.

(5) Annales de Chimie et Physique, 3e série, 1857, tom. XLVII, pag. 169.

(6) Hartmann, Berg-und Hüttenmännische Zeitung, 1853, n. 19 e 20. Poggendorf, Annalen ecc., tom. XCIV, pag. 235.

(7) Annales de Chimie et Physique, 3a serie, tom. XLV.

Di Kokscharow (¹) come si ottengano spesso considerevoli differenze nelle misure degli angoli precisamente perchè il cristallo si compone di più individui o paralleli, o gemini, i quali si associano in modo non esattamente conforme a quello voluto dalle leggi cristallografiche.

Nè sarebbe di molto maggior peso l'osservazione, che il divario fra gli angoli osservati, e quelli proprî all'ottaedro monometrico sia sempre nello stesso senso. Furono probabilmente identiche le circostanze, in cui si produsse la stessa dissimmetria, ed è perciò ragionevole lo aspettare, che anche i divarî negli angoli rimangano sempre nello stesso senso.

4.° È ragione forse più potente di ogni altra per tenere il boro semplice quale monometrico il fatto dell'essere monometrici moltissimi corpi semplici, e fra gli altri il diamante ed il silicio, a cui tanto si assomiglia il boro, mentre sono sì poco numerose le sostanze semplici monocline.

In conclusione noi crediamo sì gravi le ragioni, le quali militano in favore dell'una e dell'altra ipotesi, che ci crediamo in debito di non adottarne esclusivamente alcuna, sperando che si riesca fra breve a preparare sì nitidi e regolari cristalli da potere poi sciogliere immediatamente la questione. Daremo i risultati corrispondenti all'ipotesi monometrica ed alla monoclina, e partiremo per quest'ultima dalle medie degli angoli osservati sui cristalli delle fig. 24 e 25.

Si avrebbe perciò

$$e\,.\,f = 71°.\,7'$$
$$e\,.\,g = 70°.\,8'$$
$$g\,.\,g_{/}' = 71°.\,11'$$
$$f'\,.\,g = 70°.\,19'$$

Ed assumendo per simboli di tali faccie

$$e = 001\;;\quad f = \bar{2}01\;;\quad g = 111$$

si avrebbe per caratterizzare il sistema monoclino del boro semplice

$$100,101 = 35°.\,4'\;;\quad 010,111 = 35°.\,35'\;;\quad 001,101 = 54°.\,15'\,.$$

Secondo Naumann sarebbe

$$\mathrm{a\,o\,b} = \gamma = 89°.\,19'\;;\quad \mathrm{a:b:c::1{,}413:1:0{,}581}\,.$$

Secondo Weiss sarebbe

$$\mathrm{a\,o\,c} = 90°.\,41'\;;\quad \mathrm{a:b:c::1:0{,}581:1{,}413}\,.$$

Secondo Levy e Dufrenoy sarebbe forma primitiva un prisma monoclino, ove

$$\mathrm{M\,,M} = 60°.\,18'\;;\quad \mathrm{M\,,P} = 90°.\,20'\;;\quad \mathrm{b:h::1:1{,}222}\,.$$

I simboli delle faccie sarebbero nelle due ipotesi quelli delle seguenti tabelle, ove se u v w è il simbolo monometrico ed u'v'w' il monoclino di una faccia sarà

$$\frac{\mathrm{u}'}{-\mathrm{u}-\mathrm{v}+2\,\mathrm{w}} = \frac{\mathrm{v}'}{\mathrm{u}-\mathrm{v}} = \frac{\mathrm{w}'}{2(\mathrm{u}+\mathrm{v}+\mathrm{w})}$$ (²).

(¹) Materialien zur Mineralogie Russlands. Vedi molti articoli, e specialmente tom. II, pag. 172.

(²) Basta porre nelle formole (A) della nota (A)

$$\mathrm{e\,f\,g} = 1\bar{1}0\;;\quad \mathrm{h\,k\,l} = 111\;;\quad \mathrm{m\,n\,p} = \bar{1}\bar{1}2\;;\quad \mathrm{q\,r\,s} = 1\bar{1}1\,.$$

IPOTESI MONOMETRICA

Lettera indicante la faccia	Simbolo di WHEWELL	Simbolo di LEVY	Simbolo di NAUMANN	Simbolo di WEISS
a	100			
a,	010	P	∞ O ∞	a : ∞ a : ∞ a
b	001			
c	201			
c,	021	b^2	∞ O 2	a : 2 a : ∞ a
d	$20\bar{1}$			
d,	$02\bar{1}$			
e	111			
f	$11\bar{1}$	a^1	O	a : a : a
g	$1\bar{1}1$			
g,	$\bar{1}11$			
h	$1\bar{2}1$			
h,	$\bar{2}11$			
k	$\bar{1}\bar{1}2$	a^2	2 O 2	2 a : 2 a : a
l	$1\bar{1}2$			
l,	$\bar{1}12$			
m	$3\bar{1}1$	a^3	3 O 3	3 a : 3 a : a
m,	$\bar{1}31$			
n	$33\bar{2}$	$a^{\frac{2}{3}}$	$\frac{3}{2}$ O	2 a : 2 a : 3 a
p	116	a^6	6 O 6	6 a : 6 a : a
q	117	a^7	7 O 7	7 a : 7 a : a
r	$1\bar{5}4$	$b^1 b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{5}}$	5 O $\frac{5}{4}$	a : $\frac{1}{4}$ a : $\frac{1}{5}$ a
r,	$\bar{5}14$			

IPOTESI MONOCLINA

Lettera indicante la faccia	Simbolo di WHEWELL	Simbolo di LEVY	Simbolo di NAUMANN	Simbolo di WEISS
a	$\bar{1}12$	b^1	$\frac{1}{2}$P	a : b : $-\frac{1}{2}$c
a,	$\bar{1}\bar{1}2$			
b	101	o^1	$-$ ₽ ∞	a : ∞ b : c
c	013	e^3	$\frac{1}{3}$₽ ∞	∞ a : b : $\frac{1}{3}$ c
c,	$0\bar{1}3$			
d	$\bar{2}11$	a_3	2 ₽ 2	$\frac{1}{2}$a : b : $-$ c
d,	$\bar{2}\bar{1}1$			
e	001	P	0 P	∞ a : ∞ b : c
f	$\bar{2}01$	$a^{\frac{1}{2}}$	2 ₽ ∞	$\frac{1}{2}$ a : ∞ b : $-$ c
g	111	$d^{\frac{1}{2}}$	$-$ P	a : b : c
g,	$1\bar{1}1$			
h	110	M	∞ P	a : b : ∞ c
h,	$1\bar{1}0$			
k	100	h^1	∞ ₽ ∞	a : ∞ b : ∞ c
l	212	$d^1\ d^{\frac{1}{3}}\ h^{\frac{1}{2}}$	$-$ ₽ 2	a : 2 b : c
l,	$2\bar{1}2$			
m	023	$e^{\frac{3}{2}}$	$\frac{2}{3}$₽ ∞	∞ a : $\frac{1}{2}$ b : $\frac{1}{3}$ c
m,	$0\bar{2}3$			
n	$\bar{5}04$	$a^{\frac{4}{5}}$	$\frac{5}{4}$ ₽ ∞	$\frac{1}{5}$ a : ∞ b : $-\frac{1}{4}$c
p	508	$o^{\frac{8}{5}}$	$-\frac{5}{8}$ ₽ ∞	$\frac{1}{5}$ a : ∞ b : $\frac{1}{8}$ c
q	203	$o^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{2}{3}$ ₽ ∞	$\frac{1}{2}$ a : ∞ b : $\frac{1}{3}$ c
r	210	h^3	∞ ₽ 2	a : 2 b : ∞ c
r,	$2\bar{1}0$			

Assi di geminazione [111], [$1\bar{1}1$] e [010] nell'ipotesi monometrica; e [100], la normale a 111, e $\bar{1}\bar{1}2$ nell'ipotesi monoclina.

Non si crede utile il dare un quadro degli angoli corrispondenti all'ipotesi monoclina, perchè sono ancora troppo incerti i dati del sistema: si indicheranno alcuni angoli nell'ipotesi monometrica, poichè questi bastano in ogni caso per stabilire la notazione delle varie faccie.

$$ad_{,} = ab = ad_{,} = ck = dl = eh = ek = er = gl_{,} = mk = 90°$$
$$ae = af = ag = be = bg = 54°.\ 44'$$
$$ef = eg = 180 - fg = 180 - gg_{,} = 70°.\ 32'$$
$$ec = cg = df = 180 - dg_{,} = 39°.\ 14'$$
$$ed = cf = dg = 180 - cg_{,} = 75°.\ 2'$$
$$el = 180 - fh = 180 - fl = 180 - gh_{,} = 61°.\ 52'$$
$$em = 180 - gm_{,} = 58°.\ 31'$$
$$en = 60°.\ 30'$$
$$ep = 41°.\ 28'$$
$$eq = 43°.\ 21'$$
$$hk = 60°$$
$$hr = 19°.\ 6'$$
$$hm = lm = 42°.\ 24'$$
$$hq = 69°.\ 56'$$
$$cq = 55°.\ 42'$$
$$cr = 65°.\ 32'$$

La notazione delle faccie a e b riesce evidente per le zone in cui esse si trovano, come anche per fare angoli vicini a 54°. 44′ colle adiacenti faccie, che corrisponderebbero all'ottaedro nell'ipotesi monometrica.

La media degli angoli ec fu di 39°. 13′, e vicinissima perciò all'angolo dato nel quadro precedente.

La natura delle faccie d ci fu dimostrata dalle zone ca e $dfd_{,}$ (fig. 26).

Delle faccie efg corrispondenti all'ottaedro, già si diedero gli angoli osservati.

Le faccie h si trovano nella zona eg; inoltre si ebbe mediamente $eh = 89°.\ 41'$, $hh_{,} = 120°.\ 9'$. L'ipotesi monoclina darebbe, come già si disse, $eh = 89°.\ 40'$, $hh_{,} = 120°.\ 18'$. Si deve però notare, che nel cristallo più nitido si ebbe $eh = 89°.\ 57'$.

La natura di k venne confermata dalle zone hk ed ef come pure dagli angoli osservati in ciascuna di esse. In generale però questa faccia non è nitida come le h.

Nel cristallo della fig. 23 si accertò la zona $gll_{,}g_{,}$ e si ottenne $gl_{,}$ quasi retto.

La faccia m posta nella zona ecm diede $em = 58°\frac{1}{2}$ circa, e si mostrò pure (fig. 20) nella zona $mqh_{,}$ dando $mh_{,} = 137°$ circa.

La faccia n nella zona ef (fig. 27) diede prossimamente $en = 61°$.

Siamo indotti ad ammettere le due faccie p e q quantunque assai vicine, e ciò per averle trovate simultaneamente in più di un cristallo (fig. 20 e 27) nella zona ef dando $ep = 41°.\ 12'$ ed $eq = 42°.\ 54'$.

La faccia q, che talora è assai sviluppata, si trovò nella zona $mqh_{,}$ ove si ebbe $hq = 69°.\ 57'$. Essa è pure nella zona $cqr_{,}$ ove si ebbe $cq = 54°.\ 40'$ (fig. 20).

La faccia r (fig. 20) si trovò distinta nella zona hk e diede $hr = 18°$ circa. Essa

si trovò pure nella zona $c_1 q$ e diede $rc = 65°.\ 4'$. Non vuolsi però nascondere come si ottenesse anche una immagine nitida, che nella zona hk dava con h un angolo di $16°.\ 39'$, la quale immagine parrebbe corrispondere ad una nuova faccia. Il suo simbolo nell'ipotesi monometrica sarebbo $1\bar{4}3$, poichè in tale sistema $1\bar{2}1, 1\bar{4}3 = 16°.\ 6'$. Avendo pero trovata una volta sola questa faccia senza poterla verificare con altre zone, non ci avventuriamo ancora a registrarla nel quadro delle faccie del boro semplice.

Non si poterono fare indagini sulla sfaldatura per difetto di cristalli sacrificabili. Una siffatta ricerca porterebbe forse qualche lume sulla vera natura del sistema cristallino. Deville e Wöhler dicono nella loro Memoria, che il boro in lamelle si sfalda facilmente.

Il boro monometrico? ha uno aspetto nero quasi metallico, ed assai splendente. Già si disse come le lamelle sottilissime siano per trasparenza di color rosso violaceo intenso. Questo colore si mostra rosso più vivo allorquando si interpone la lamella nel microscopio polarizzatore in modo, che essa ristabilisca la luce. Si ha talvolta qualche riflesso rossigno nei grossi cristalli per scagliuzze di rottura alla loro superficie.

Il potere rifrangente deve essere prossimo a quello del Diamante per la vicinanza dell'angolo sotto cui polarizzano la luce.

CONCLUSIONI

Dalle esposte cose si deduce:

1.° Il *boro semplice* ottenuto da Wöhler e Deville è in cristalli monometrici, ovvero monoclini vicinissimi ai monometrici per il valore degli angoli.

Ove si ritenga il boro semplice per monometrico, esso viene a schierarsi anche per i caratteri cristallografici con buona parte dei corpi semplici, e specialmente col carbonio e col silicio, con cui ha più d'una analogia. Assumendo tale ipotesi vuolsi notare, che i cristalli finquì preparati rivestono per lo più un abito di faccie e strie assai lontano dalla solita regolarità del tipo monometrico, ed inoltre che la struttura interna dei cristalli laminari è tale, che producono una influenza tanto sensibile sulla luce polarizzata, da causare i più gran dubbi sulla natura del sistema cristallino. Il potere rifrangente è grandissimo.

2.° Il *boro grafitoide* non pare essere altro che boro semplice, o monometrico (?) allo stato di esilissime lamelle. Nei cristalli da noi studiati v'ha un tal passaggio dai cristalli ottaedrici alla lamella esplorata colla luce polarizzata, ed i caratteri di tal lamella s'accordano tanto con quelli assegnati da Deville e Wöhler al boro grafitoide, da rendere assai probabile, che queste lamelle sottilissime non rappresentino il boro ad uno stato, che sia a quello del boro monometrico (?), come la Grafite è al Diamante.

Per difetto di sufficienti quantità di questo boro detto grafitoide non potemmo verificare se la durezza della sua polvere non sia, come presumiamo, identica a quella della polvere del boro monometrico (?).

Veramente si potrebbe supporre, che il sistema cristallino del boro detto grafitoide fosse diverso da quello del boro monometrico (?). Tale ipotesi torrebbe anche la principale obbiezione contro l'ipotesi monometrica del boro semplice, e spiegherebbe

facilmente l'azione delle lamelle sottili sulla luce polarizzata. Ma il passaggio dal boro in ottaedri al boro in lamine è così insensibile, da rendere poco accettabile tale ipotesi.

3.° I cristalli a cui più specialmente si deve il nome di *boro adamantino*, e che giusta le analisi di Wöhler e Deville si compongono di boro, carbonio ed alluminio sono dimetrici, e ad essi riferisconsi le determinazioni contenute nella nostra prima Memoria sovra tale soggetto.

Si potrebbe muovere dubbio, se i cristalli dimetrici di cui ragioniamo non siano pure monometrici irregolari nello sviluppo delle loro faccie. In verità si potrebbe facilmente derivare il sistema cristallino del boro dimetrico dal tipo monometrico. Si paragoni l'angolo $001, 101 = 29°. 57'$ del boro dimetrico coll'angolo $111, 001 = 54°. 44'$ sistema monometrico e si avrà alterando alquanto il primo

$$\frac{\tan 54°.\ 44'}{\tan 29°.\ 30'} = \frac{5}{2}.$$

Ma tuttavia la perfezione, e la simmetria dei cristalli di boro dimetrico è troppo grande, perchè si possa muovere dubbio sulla natura del sistema cristallino a cui appartengono.

4.° Wöhler e Deville ammettono, che il boro da noi detto dimetrico possa ritenersi come boro, a cui sono frammisti in varia proporzione carbonio ed alluminio; cosicchè il boro dimetrico non sarebbe nella loro opinione un composto di boro, carbonio ed alluminio in proporzioni definite, ma sibbene una associazione di boro con due altri corpi od in uno stato isomorfo, od allo stato di semplice miscuglio. Ne seguirebbe che il boro sarebbe dimorfo, cioè dimetrico in un caso, e quindi o monometrico, o monoclino vicinissimo al monometrico nell'altro.

Noi crediamo che il dimorfismo del boro non sia ancora dimostrato. Siamo ben lungi dall'emettere il menomo dubbio sulla esattezza delle analisi eseguite da sì illustri chimici, ma pensiamo tuttavia, che la vera composizione del boro dimetrico sia ancora a determinarsi, e che esso possa benissimo essere un composto definito di boro, carbonio ed alluminio.

Ed a tale opinione noi siamo indotti non tanto per difficoltà di ammettere, che in cristalli così perfetti come quelli del boro dimetrico possano essere contenuti sì ragguardevoli quantità di corpi stranieri allo stato di miscuglio, ovvero che per esempio il carbonio abbia anche ad essere dimetrico, e perciò trimorfo, quanto per la seguente osservazione. Ai cristalli di boro dimetrico, che possediamo, sono bene spesso associati cristalli di boro monometrico (?). E non solo succede che in una drusa di boro dimetrico si osservino qua e là cristallini di boro monometrico (?), ma non di rado sovra cristalli di boro dimetrico altri ne sono impiantati, che sono monometrici (?). Parimenti nelle druse di cristalli monometrici (?), che si esaminarono, si trovò sempre qualche cristallino di boro dimetrico frammisto.

Ci sembra quindi probabile, che se nelle analisi di boro dimetrico si trovarono quantità variabili, e sempre troppo grandi di boro per poterne trarre una formola chimica semplice, ciò debba attribuirsi a che fra i cristalli di boro dimetrico si trovarono sempre ed in quantità variabili commisti cristalli di boro monometrico ?. Non è neppure improbabile che il 2, 5 per cento di carbonio trovato nei cristalli di boro

monometrico (?) sia dovuto in parte a qualche cristallino di boro dimetrico. Ma se per una parte esprimiamo il dubbio, che la scelta dei cristalli analizzati da Wöhler e Deville non sia stata perfetta, giustizia vuole, che notiamo come questa scelta sia difficilissima, e talora impossibile senza il soccorso del goniometro.

Le grosse lamelle monometriche (?) si possono cernere facilmente, ed è forse per questo, che la loro analisi diede boro quasi puro. Ma i piccoli cristalli, come quasi sempre quelli di boro dimetrico, sono talvolta tanto simili pel loro aspetto esterno a quelli di boro monometrico (?), sovratutto se impiantati gli uni sugli altri, che malgrado l'abitudine da noi acquistata dopo alcuni mesi di studio di tali cristalli, ci occorre più di una volta di non saperli discernere senza un lunghissimo esame, ovvero anche senza misure.

5.° Nel nostro primo lavoro noi avevamo fatto vedere che i cristalli dimetrici hanno la stessa forma dei cristalli di stagno descritti da Miller. Credendo quindi con Wöhler e Deville, i quali a quell'epoca non avevano del resto pubblicata analisi di sorta, che i cristalli dimetrici fossero composti di boro puro, noi dichiaravamo il boro e lo stagno isomorfi. Ora dubitando noi, che il boro dimetrico sia un composto definito di boro, carbonio ed alluminio, poniamo pure nel massimo dubbio l'isomorfismo dello stagno col boro puro. Conveniamo perciò nell'opinione dell'autore dell'articolo inserto nella Bibliothèque universelle de Genève [1] e crediamo con lui, che sia puramente fortuita l'identità di forme dello stagno e del boro dimetrico.

Noteremo del resto come l'analogia di forme non si conservi nei geminati. Infatti nel boro dimetrico è asse di geminazione [101], mentre nei geminati di stagno descritti da Miller [2] sono assi di geminazione [334] e [114] ove si prendano 221 e 223 come simboli delle faccie *e* ed *f* di cui nel nostro primo lavoro.

6.° Per la soluzione completa di questa interessantissima questione del boro rimane a desiderarsi, che siano fatte accurate analisi sul boro dimetrico, sul boro monometrico (?) e sul boro grafitoide convenientemente scelti onde trovare la vera composizione del primo, e dimostrare la identità degli ultimi. Ove si facessero analisi e sul boro dimetrico trasparente e sull'opaco, come pure e sul boro monometrico (?) in ottaedri, e su quello in lamelle ad abito monoclino, si porrebbe in luce la ragione, con cui i divarî di caratteri fisici e geometrici stanno alle differenze di composizione chimica.

Le scienze sono ormai ridotte a tal segno, che quasi niuna questione si può completamente risolvere senza il soccorso di molte di esse. Se la cristallografia potè venire in soccorso alla chimica svelando nei cristalli detti di boro due sostanze diverse, a questa spetta ora il chiarirne con accurate analisi la natura. Ed in simile modo vanno le varie scienze dandosi mano per far progredire lo studio de' tanti problemi, che la natura ci presenta, finchè si perviene alla meta suprema d'ogni ricerca, alla verità.

[1] 1857, 4ª serie, tom. XXXIV, pag. 330.

[2] Phillips, *Mineralogy by Brooke and Miller*, pag. 127. — Rammelsberg, Krystallographische Chemie, pag. 14.

NOTA (A)

Sul cangiamento di assi in un sistema cristallino.

Si possono simboleggiare in modo assai conciso ed elegante le principali formole cristallografiche facendo uso delle notazioni introdotte dagli odierni analisti nel calcolo dei determinanti ([1]). Indicheremo qui ad esempio le formole, che servono alla trasformazione degli assi.

Gli analisti ci perdoneranno, ed i cristallografi non famigliari con tale dottrina s'avranno a bene, se ricorderemo; Che si chiama determinante di n^{mo} ordine una funzione di n^2 quantità, la quale sarebbe il denominatore comune al valore di ciascuna delle radici di n equazioni lineari ad n incognite, in cui le n^2 quantità siano coefficienti ([2]). Simboleggiasi poscia il determinante ponendo fra due rette verticali $| \; |$ n *linee* orizzontali contenenti ciascuna gli n coefficienti di ogni equazione lineare, sicchè i coefficienti relativi alla stessa incognita siano tutti sotto la stessa *colonna* verticale.

Così ad esempio:

$$\begin{matrix} a & b & c & a & b & c \\ & \times & \times & \times & & \\ d & e & f & d & e & f \end{matrix} \qquad \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = g(bf - ce) + h(cd - af) + i(ae - bd)$$

$$\begin{matrix} b & c \\ e & f \\ \times & \\ h & i \\ \times & \\ b & c \\ \times & \\ e & f \\ h & i \end{matrix} \qquad = \begin{vmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{vmatrix} = a(ei - fh) + d(hc - ib) + g(bf - ce).$$

Poichè tali sono i denominatori delle radici delle equazioni

$$\begin{aligned} ax + by + cz &= \alpha \\ dx + ey + fz &= \beta \\ gx + hy + iz &= \gamma . \end{aligned}$$

I valori delle radici stesse saranno

$$x = \frac{\begin{vmatrix} \alpha & b & c \\ \beta & e & f \\ \gamma & h & i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}; \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a & \alpha & c \\ d & \beta & f \\ g & \gamma & i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}; \quad z = \frac{\begin{vmatrix} a & b & \alpha \\ d & e & \beta \\ g & h & \gamma \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}}.$$

([1]) Questa dottrina illustrata in Italia dai lavori di Brioschi, Chiò, Faa di Bruno ed altri fu oggetto di un corso libero testè fatto da quest'ultimo nella Torinese Università.

([2]) Non intendiamo dar così la migliore definizione di un determinante, ma quella che conduce più direttamente al nostro scopo.

Se α e β fossero nulli i numeratori delle radici non dipenderebbero da g h i. Egli è inoltre chiaro che

$$\begin{vmatrix} a+b+c & b & c \\ d+e+f & e & f \\ g+h+i & h & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} .$$

Studiando ora buona parte delle formole cristallografiche si vede, come esse siano determinanti e suscettibili perciò di essere simboleggiate con tutta eleganza e concisione, mentre i relativi teoremi si enunciano con massima semplicità.

E così ad esempio:

1. Tre o più faccie sono in zona allorquando il determinante degli indici di tre qualunque di esse è nullo.

Le faccie m n p, m′n′p′, m″n″p″ sono in zona se

$$\begin{vmatrix} m & n & p \\ m' & n' & p' \\ m'' & n'' & p'' \end{vmatrix} = 0 .$$

Si può dimostrare il teorema paragonando tale determinante colla condizione indicata nei trattati. Riesce del resto evidente a chi ricorda, come gli indici di una faccia siano i coefficienti delle coordinate nell'equazione della faccia stessa, poichè la predetta condizione indica solo, che le tre faccie considerate si incontrano a distanza infinita.

2. Sono indici di una zona comune a due faccie i determinanti di secondo ordine formati cogli indici delle faccie.

Sono indici di una faccia comune a due zone i determinanti di secondo ordine formati cogli indici delle zone.

La zona formata dalle faccie e f g h k l avrà per simbolo

$$\left[\begin{vmatrix} f & g \\ k & l \end{vmatrix} , \begin{vmatrix} g & e \\ l & h \end{vmatrix} , \begin{vmatrix} e & f \\ h & k \end{vmatrix} \right]$$

vale a dire

$$\left[\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} , \begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} , \begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \right] .$$

Della stessa forma sarà pure il simbolo della faccia, che comprende due date zone [e f g], [h k l].

3. Data una faccia u v w, trovarne il simbolo u′v′w′ rispetto a tre assi risultanti dall'intersezione delle faccie e f g h k l m n p, sui quali si prendono per parametri le lunghezze comprese fra il loro punto d'intersezione colla faccia q r s, e l'origine delle coordinate per cui si suppongono passare.

Sarà evidentemente

$$u' : \frac{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ u & v & w \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ q & r & s \end{vmatrix}} = v' : \frac{\begin{vmatrix} h & k & l \\ m & n & p \\ u & v & w \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} h & k & l. \\ m & n & p \\ q & r & s \end{vmatrix}} = w' : \frac{\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ u & v & w \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ q & r & s \end{vmatrix}} \qquad (A).$$

Infatti il rapporto dei segmenti fatti sopra un nuovo asse dalle faccie u v w e q r s è eguale al rapporto delle ascisse dei due punti di intersezione di tali faccie col nuovo asse considerato. Ora, per quanto sopra si disse, poichè e f g, h k l, m n p passano per l'origine, i numeratori dei valori delle ascisse non dipenderanno da u v w nè da q r s. Il rapporto di tali ascisse sarà perciò eguale alla ragione inversa dei loro denominatori, ossia dei determinanti dei coefficienti delle equazioni comuni al punto d'incontro considerato, come era a dimostrarsi.

Se si fa

$$\frac{q}{e+h+m}=\frac{r}{f+k+n}=\frac{s}{g+l+p} \qquad (K)$$

i denominatori delle formole (A) si fanno tutti eguali, e si ha

$$\frac{u'}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ u & v & w \end{vmatrix}}=\frac{v'}{\begin{vmatrix} h & k & l \\ m & n & p \\ u & v & w \end{vmatrix}}=\frac{w'}{\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ u & v & w \end{vmatrix}} \qquad (A').$$

Sotto una forma corrispondente a questa vengono date nei trattati le formole di trasformazione degli assi, ma spesso non danno i simboli più semplici, e vale allora meglio ritenere le formole generali (A).

Siccome è sempre lecito il prendere per esempio αe αf αg al posto di e f g, si scorge come le equazioni (K) diano un numero indefinito di valori per q r s. Ma siccome gli stessi valori αe αf αg vanno pur messi al posto di e f g nelle formole (A') si scorge come si avrebbe $\alpha u'$ v' $\alpha w'$ al posto di $u'v'w'$. I numeri più semplici possibili per e f g h k l m n p daranno la notazione la più semplice possibile per q r s, ma non daranno sempre la notazione la più semplice per $u'v'w'$.

Si può ancora mettere $\bar{e}\bar{f}\bar{g}$ al posto di e f g; in tal caso cangia q r s e si ha $\bar{u}'v'\bar{w}'$ al posto di $u'v'w'$. Ciò torna infatti a cangiare la direzione, su cui si vogliono prendere per positive le ascisse relative ai due assi, alla cui determinazione concorre e f g. Si riconoscerà del resto sempre dal segno dei coefficienti di u v w nelle formole (A') il senso, in cui gli assi restano assunti per positivi, e si potrà cangiare ad arbitrio tale senso variando i segni degli indici e f g h k l m n p.

In generale si può pigliare q r s in modo che una data faccia abbia un dato simbolo.

I valori di $u'v'w'$ soddisfacenti alle equazioni (A') altro non sono, che i numeratori delle radici di tre equazioni lineari, nelle quali e h m, f k n, g l p siano coefficienti ed u v w secondi membri. Sarà quindi

$$\frac{u}{m u'+e v'+h w'}=\frac{v}{n u'+f v'+k w'}=\frac{w}{p u'+g v'+l w'} \qquad (B').$$

Parimenti si ricaverebbe dalle formole (A)

$$\frac{u}{\begin{vmatrix} mu' & m & n & p \\ ev' & e & f & g \\ hw' & h & k & l \\ 0 & q & r & s \end{vmatrix}}=\frac{v}{\begin{vmatrix} nu' & m & n & p \\ fv' & e & f & g \\ kw' & h & k & l \\ 0 & q & r & s \end{vmatrix}}=\frac{w}{\begin{vmatrix} pu' & m & n & p \\ gv' & e & f & g \\ lw' & h & k & l \\ 0 & q & r & s \end{vmatrix}} \qquad (B).$$

4. Dati i simboli dei nuovi assi, per esempio [efg] [hkl] [mnp] avrebbesi allora, quando le lettere qrs, uvw, u'v'w' ritengano lo stesso significato,

$$u' : \frac{eu+fv+gw}{eq+fr+gs} = v' : \frac{hu+kv+lw}{hq+kr+ls} = w' : \frac{mu+nv+pw}{mq+nr+ps} \quad (A_i).$$

Ed invece ove sia

$$\frac{q}{\begin{vmatrix} 1 & f & g \\ 1 & k & l \\ 1 & n & p \end{vmatrix}} = \frac{r}{\begin{vmatrix} e & 1 & g \\ h & 1 & l \\ m & 1 & p \end{vmatrix}} = \frac{s}{\begin{vmatrix} e & f & 1 \\ h & k & 1 \\ m & n & 1 \end{vmatrix}} \quad (K_i),$$

si avrà

$$\frac{u'}{eu+fv+gw} = \frac{v'}{hu+kv+lw} = \frac{w'}{mu+nv+pw} \quad (A_i'),$$

e

$$\frac{u}{\begin{vmatrix} u' & f & g \\ v' & k & l \\ w' & n & p \end{vmatrix}} = \frac{v}{\begin{vmatrix} e & u' & g \\ h & v' & l \\ m & w' & p \end{vmatrix}} = \frac{w}{\begin{vmatrix} e & f & u' \\ h & k & v' \\ m & n & w' \end{vmatrix}} \quad (B_i').$$

Le formole di questo articolo sono evidenti conseguenze delle corrispondenti dell'articolo precedente, ove si badi al nesso indicato all'art. 2, che avvinge il simbolo di una zona a quello di due faccie, che la formano.

5. Dato il simbolo [uvw] di una zona, trovarne il simbolo [u'v'w'] rispetto a tre assi formati dall'intersezione delle tre faccie efg hkl mnp, sui quali si prendono per parametri le lunghezze comprese fra l'origine delle coordinate per cui tali faccie si fanno passare, ed il loro punto d'incontro colla faccia qrs.

Sarà evidentemente

$$\frac{u'}{(mu+nv+pw)\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ q & r & s \end{vmatrix}} = \frac{v'}{(eu+fv+gw)\begin{vmatrix} h & k & l \\ m & n & p \\ q & r & s \end{vmatrix}} = \frac{w'}{(hu+kv+lw)\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ q & r & s \end{vmatrix}} \quad (\alpha).$$

Infatti per trovare ad esempio u', basta cercare il rapporto dell'ascissa del punto d'incontro delle tre faccie efg hkl fatte passare per l'origine, e mnp fatta passare pel punto, le cui ordinate divise per i rispettivi parametri sono uvw, alla ascissa del punto d'incontro delle tre faccie efg hkl passanti per l'origine, e qrs.

Sarà quindi

$$u' = \frac{\begin{vmatrix} 0 & f & g \\ 0 & k & l \\ mu+nv+pw & n & p \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ m & n & p \end{vmatrix}} : \frac{\begin{vmatrix} 0 & f & g \\ 0 & k & l \\ 1 & r & s \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ q & r & s \end{vmatrix}},$$

e di lì le relazioni (α).

Se le condizioni (K) sono soddisfatte, sarà

$$\frac{u'}{mu+nv+pw}=\frac{v'}{eu+fv+gw}=\frac{w'}{hu+kv+lw} \qquad (\alpha'),$$

$$\frac{u}{\begin{vmatrix} u' & n & p \\ v' & f & g \\ w' & k & l \end{vmatrix}}=\frac{v}{\begin{vmatrix} m & u' & p \\ e & v' & g \\ h & w' & l \end{vmatrix}}=\frac{w}{\begin{vmatrix} m & n & u' \\ e & f & v' \\ h & k & w' \end{vmatrix}} \qquad (\beta').$$

6. Ove si cerchi il nuovo simbolo della zona nel caso, in cui siano dati non i simboli dei nuovi piani coordinati, ma quelli invece dei nuovi assi, vale a dire [efg], [hkl], [mnp] sarà

$$\frac{u'}{\begin{vmatrix} h & k & l \\ m & n & p \\ u & v & w \end{vmatrix}(eq+fr+gs)}=\frac{v'}{\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ u & v & w \end{vmatrix}(hq+kr+ls)}=\frac{w'}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ u & v & w \end{vmatrix}(mq+nr+ps)} \qquad (\alpha_{,}),$$

ed ove le condizioni $(K_{,})$ siano soddisfatte

$$\frac{u'}{\begin{vmatrix} h & k & l \\ m & n & p \\ u & v & w \end{vmatrix}}=\frac{v'}{\begin{vmatrix} m & n & p \\ e & f & g \\ u & v & w \end{vmatrix}}=\frac{w'}{\begin{vmatrix} e & f & g \\ h & k & l \\ u & v & w \end{vmatrix}} \qquad (\alpha'_{,}),$$

$$\frac{u}{eu'+hv'+mw'}=\frac{v}{fu'+kv'+nw'}=\frac{w}{gu'+lv'+pw'} \qquad (\beta'_{,}).$$

Svolgendo i calcoli indicati in dimostrazioni puramente geometriche delle fondamentali proposizioni cristallografiche date in un nostro precedente lavoro [1] si perviene facilmente, come il Miller dimostrò [2], alle formole (A). Quindi è che a tutte le formole che precedono si giunge facilmente colle nozioni della più elementare algebra e geometria.

Ci sia inoltre lecito l'esprimere la nostra opinione, ed è che la simmetria e l'eleganza, con cui si rivestono le formole cristallografiche, allorchè si adotta la notazione Milleriana non poco contribuiranno a farla di preferenza accettare presso tutti i geometri.

NOTA (B)

Sulle proprietà geometriche di alcuni sistemi cristallini.

Il favore con cui alcuni cristallografi, e basti citar fra essi l'illustre professore di Cambridge [3] accolsero il saggio di geometria applicata alla cristallografia dato nel sovracitato lavoro, ci induce ad esporre collo stesso metodo alcune proposizioni,

[1] *Sulla legge di connessione delle forme cristalline di una stessa sostanza,* 1856. Nuovo Cimento, tom. IV, pag. 93.

[2] Miller, *On the application of elementary Geometry to Crystallography.* Philosophical Magazine, May 1857.

[3] Miller, loco citato.

che non crediamo date finora in tutta la loro generalità, e che sono utili allo studio dei cristalli descritti in questa Memoria. E tanto più volentieri il facciamo, che crediamo si potrebbe esporre quasi tutta la cristallografia colla sola geometria elementare. Tale scienza si farebbe quindi assai più facile per chi versato in studî puramente naturali, o chimici, non avesse agio a famigliarizzarsi prima colla geometria analitica e colla trigonometria sferica.

È nostro assunto l'esporre alcune proprietà geometriche, di cui godono i sistemi cristallini nei quali il prodotto di ciascun parametro per se stesso, o per la proiezione sovra di esso di ogni altro parametro, sia un numero razionale.

1. Ogni piano perpendicolare ad uno spigolo possibile è faccia possibile, ed ogni retta perpendicolare ad una faccia possibile è spigolo possibile.

Siano OX OY OZ gli assi del cristallo, ed OP uno spigolo possibile.

Siano a b c i tre parametri sovra i predetti assi, che caratterizzano la sostanza considerata, e siano a' la proiezione del parametro a sovra l'asse OY, b' quella del parametro b sovra OZ, e c' quella del parametro c sovra OX. Si darà a tali proiezioni il segno positivo, o negativo secondo che cadono sugli assi, ovvero sul loro prolungamento.

Sia [mnp] il simbolo dello spigolo OP sarà

$$OM = ma\,; \quad MN = nb\,; \quad NP = pc\,.$$

Si conduca PS perpendicolare ad OP, sia OR = PN ed RU perpendicolare ad OP sarà

$$OS = \frac{OP.OR}{OU} = \frac{2.PN.\overline{PO}^2}{\overline{PO}^2 + \overline{PN}^2 - \overline{ON}^2}\,.$$

Si sa dalla geometria elementare (ed è evidente ove si rifletta, che la proiezione di ON sovra NP non è altro, che la somma delle proiezioni di OM e MN sovra PN), che

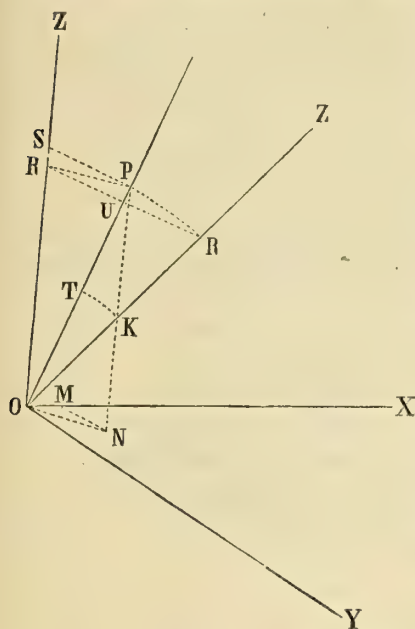
$$\overline{ON}^2 = m^2a^2 + n^2b^2 + 2mna'b\,,$$

$$\overline{OP}^2 = m^2a^2 + n^2b^2 + p^2c^2 + 2mna'b + 2npb'c + 2pmc'a\,;$$

onde

$$\frac{c}{OS} = \frac{pc^2 + mc'a + nb'c}{m^2a^2 + n^2b^2 + p^2c^2 + 2mna'b + 2npb'c + 2pmc'a}\,.$$

Espressione, che sarà razionale, se tali saranno a^2 b^2 c^2 $a'b$ $b'c$ $c'a$ come appunto si suppone essere.

Analoghe espressioni si ottengono per i rapporti fra i parametri a e b ed i

segmenti intercetti dalle perpendicolari ad OP, che vengono a tagliare gli assi OX ed OY. Ora tali rapporti sono appunto gli indici del piano perpendicolare allo spigolo OP, e perciò esso piano sarà faccia possibile.

2. Trovare il simbolo della faccia perpendicolare allo spigolo [mnp] e quello dello spigolo perpendicolare alla faccia mnp.

Da quanto precede risulta, che il simbolo della faccia perpendicolare allo spigolo [mnp] è

$$ma^2 + na'b + pc'a\,,\quad nb^2 + pb'c + ma'b\,,\quad pc^2 + mc'a + nb'c \qquad (1).$$

Il simbolo dello spigolo perpendicolare alla faccia mnp si otterrà cercando per mezzo dei valori (1) quali debbano essere gli indici di uno spigolo, onde il simbolo della faccia perpendicolare ad esso sia mnp. È evidente, che il simbolo dello spigolo cercato sarà

$$\left[\begin{vmatrix} m & a'b & c'a \\ n & b^2 & b'c \\ p & b'c & c^2 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a^2 & m & c'a \\ a'b & n & b'c \\ c'a & p & c^2 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a^2 & a'b & m \\ a'b & b^2 & n \\ c'a & b'c & p \end{vmatrix}\right] \qquad (2).$$

Simbolo, che sarà razionale ove la nostra ipotesi sui parametri sia soddisfatta.

Se gli assi sono ortogonali sarà simbolo della faccia perpendicolare a [mnp]

$$ma^2 \quad nb^2 \quad pc^2 \qquad (1)'$$

simbolo dello spigolo perpendicolare a mnp

$$\left[\frac{m}{a^2} \quad \frac{n}{b^2} \quad \frac{p}{c^2}\right] \qquad (2)'.$$

3. Nei sistemi cristallini, di cui sopra,

Il rapporto delle tangenti degli angoli fatti da faccie tautozonali è razionale.

Vale a dire, che se si considerano parecchie faccie tutte collocate nella stessa zona, il rapporto delle tangenti degli angoli fra dette faccie sarà razionale.

La proposizione è conseguenza evidente della precedente e della legge generale di connessione delle forme cristalline di una stessa sostanza.

Infatti la retta perpendicolare ad una faccia qualsiasi F è spigolo possibile, e può quindi assumersi per asse. Ora se si considerano parecchie altre faccie, le quali passino tutte per la stessa retta parallela alla zona comune colla faccia F, i rapporti delle lunghezze, che intercetteranno sovra il nuovo asse perpendicolare ad F saranno razionali. Ma i rapporti di tali lunghezze sono appunto eguali ai rapporti delle tangenti degli angoli, che tali faccie fanno colla F; sono adunque razionali i rapporti delle tangenti degli angoli fatti da ciascuna faccia con F, e sono quindi anche razionali i rapporti delle tangenti degli angoli fatti da faccie qualsiansi purchè poste con F in una stessa zona.

4. Trovare il rapporto delle tangenti degli angoli fatti da faccie tautozonali.

Siano mnp hkl efg tre faccie tautozonali; sarà

$$\begin{vmatrix} m & n & p \\ h & k & l \\ e & f & g \end{vmatrix} = 0.$$

Sia $[m'n'p']$ lo spigolo perpendicolare alla faccia mnp, essendo $m'n'p'$ gli indici dati dalla formola (2).

Assumiamo quindi per nuovi assi

$$[m'n'p], \quad [010], \quad [001].$$

I nuovi simboli delle faccie mnp hkl efg saranno (vedi formole (A_i') della nota A)

$$\begin{array}{lll} m'm+n'n+p'p & n & p \\ m'h+n'k+p'l & k & l \\ m'e+n'f+p'g & f & g \end{array}$$

e se si fanno passare tali faccie per esempio per lo stesso punto dell'asse OY, i segmenti, che intercetteranno sovra il nuovo asse $[m'n'p']$ staranno fra loro nel rapporto dei numeri

$$\frac{n}{m'm+n'n+p'p}, \quad \frac{k}{m'h+n'k+p'l}, \quad \frac{f}{m'e+n'f+p'g},$$

onde evidentemente

$$\frac{\operatorname{tang} mnp, hkl}{\operatorname{tang} mnp, efg} = \frac{\dfrac{k}{m'h+n'k+p'l} - \dfrac{n}{m'm+n'n+p'p}}{\dfrac{f}{m'e+n'f+p'g} - \dfrac{n}{m'm+n'n+p'p}} =$$

$$= \frac{m'e+n'f+p'g}{m'h+n'k+p'l} \cdot \frac{m'\begin{vmatrix} m & n \\ h & k \end{vmatrix} - p'\begin{vmatrix} n & p \\ k & l \end{vmatrix}}{m'\begin{vmatrix} m & n \\ e & f \end{vmatrix} - p'\begin{vmatrix} n & p \\ f & g \end{vmatrix}}.$$

Ma siccome efg, hkl, mnp sono in zona si potrà scrivere

$$\frac{\operatorname{tang} mnp, hkl}{\operatorname{tang} mnp, efg} = \frac{m'e+n'f+p'g}{m'h+n'k+p'l} \cdot \frac{\begin{vmatrix} m & n \\ h & k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m & n \\ e & f \end{vmatrix}} \qquad (3).$$

Indi si ricaveranno poi le tangenti degli angoli fatti da faccie qualsiansi poste nella stessa zona.

Sarebbe agevole il dare alla proposizione, formola, e dimostrazione che precede una semplice e non inelegante veste puramente geometrica.

5. Ritenuta sempre l'ipotesi, di cui al principio,

I n   o g n i   g e m i n a t o   n e l   q u a l e   s i a   a s s e   d i   g e m i n a z i o n e   u n o   s p i g o l o   p o s s i b i l e ,   o v v e r o   l a   p e r p e n d i c o l a r e   a d   u n a   f a c c i a   p o s s i b i l e ,   u n a   f a c c i a   q u a l s i a s i   d e l l ' u n   g e m e l l o   s a r à   f a c c i a   p o s s i b i l e   d e l   l ' a l t r o   g e m e l l o .

Sia CD l'asse di geminazione, e CAB il piano perpendicolare a tale asse, che (art. 1) sarà faccia possibile.

Sia quindi DAB una faccia qualunque, che taglia il piano CAB secondo AB. Essendo CD spigolo possibile,

potrà passare per esso un piano CAD, che sia faccia possibile. Se ora si assumono per assi CD, e CE parallela ad AB, pigliando CF sul prolungamento ed eguale a CA, e tirando FG parallela a CE, sarà DFG una faccia possibile.

Ora DFG è precisamente la posizione, che occuperebbe DAB, se girasse di 180° attorno a CD, così una faccia d'un sistema cristallino, in cui la fatta ipotesi sui parametri è soddisfatta, non cessa di essere faccia possibile se gira di 180° attorno ad uno spigolo possibile.

6. Trovare il simbolo degli assi OX', OY', OZ', con cui coincidono gli assi OX, OY, OZ se girano di 180° attorno allo spigolo [mnp].

Sia nella figura annessa all'art. 1.° OP l'asse di geminazione, e si supponga, che l'asse OZ giri di 180° attorno ad OP, sicchè venga a collocarsi in OZ'. OZ' dovrà essere spigolo possibile del sistema cristallino, e dovrà perciò $\frac{NK}{c}$ essere razionale.

I triangoli OR'P, ONP sono eguali, e perciò il punto K sarà sovra TK perpendicolare alla metà di OP: sarà quindi

$$\frac{NK}{c} = \frac{NP - OK}{c} = p - \frac{1}{2}\frac{OS}{c}$$

e desumendo il valore di OS dall'art. 1.°

$$\frac{NK}{c} = \frac{p^2c^2 - m^2a^2 - n^2b^2 - 2mna'b}{2(pc^2 + mc'a + nb'c)}.$$

Simili espressioni si otterrebbero pure per OX' ed OY' con cui coinciderebbero gli assi OX ed OY dopo aver girato di 180° attorno ad OP, ed i simboli dei nuovi assi saranno

$$\left.\begin{array}{l} \left[\frac{m^2a^2 - n^2b^2 - p^2c^2 - 2npb'c}{2(ma^2 + na'b + pc'a)} \quad n \quad p\right] \\ \left[m \quad \frac{n^2b^2 - p^2c^2 - m^2a^2 - 2pmc'a}{2(nb^2 + pb'c + ma'b)} \quad p\right] \\ \left[m \quad n \quad \frac{p^2c^2 - m^2a^2 - n^2b^2 - 2mna'b}{2(pc^2 + mc'a + nb'c)}\right] \end{array}\right\} \quad (4).$$

Ove siano m'n'p' gli indici della faccia perpendicolare allo spigolo [mnp] quali essi sono dati dalle formole (2) e sia $D = OP$ diagonale del parallelepipedo costrutto sovra ma, nb, pc, si potranno scrivere le formole (4) come segue

$$\left.\begin{array}{l} \left[m - \frac{D^2}{2m'} \quad n \quad p\right] \\ \left[m \quad n - \frac{D^2}{2n'} \quad p\right] \\ \left[m \quad n \quad p - \frac{D^2}{2p'}\right] \end{array}\right\} \quad (4).$$

Se gli assi sono ortogonali, i simboli degli assi nella nuova posizione saranno, come potrebbesi agevolmente dimostrare direttamente

$$\left.\begin{matrix} \left[\dfrac{m^2 a^2 - n^2 b^2 - p^2 c^2}{2 m a^2} \quad n \quad p\right] \\ \left[m \quad \dfrac{n^2 b^2 - p^2 c^2 - m^2 a^2}{2 n b^2} \quad p\right] \\ \left[m \quad n \quad \dfrac{p^2 c^2 - m^2 a^2 - n^2 b^2}{2 p c^2}\right] \end{matrix}\right\} \qquad (4)'.$$

7. Dato l'asse di geminazione [mnp] ed il simbolo uvw di una faccia di un gemello, trovare u'v'w' simbolo della medesima rispetto agli assi dell'altro gemello.

Per risolvere il problema basta sostituire nelle formole $(A_{/})$ della nota A ai numeri efg hkl mnp quelli somministrati dalle formole (4) disponendo qrs in modo, che la faccia di geminazione perpendicolare a [mnp] abbia lo stesso simbolo sia rispetto ai nuovi, che agli antichi assi.

Si trova perciò

$$\left.\begin{aligned} &\frac{u'}{2 m'(m u + n v + p w) - u D^2} \\ =\ &\frac{v'}{2 n' (m u + n v + p w) - v D^2} \\ =\ &\frac{w'}{2 p' (m u + n v + p w) - w D^2} \end{aligned}\right\} \qquad (5),$$

e se gli assi sono ortogonali sarà

$$\left.\begin{aligned} &\frac{u'}{2 m a^2 (m u + n v + p w) - u (m^2 a^2 + n^2 b^2 + p^2 c^2)} \\ =\ &\frac{v'}{2 n b^2 (m u + n v + p w) - v (m^2 a^2 + n^2 b^2 + p^2 c^2)} \\ =\ &\frac{w'}{2 p c^2 (m u + n v + p w) - w (m^2 a^2 + n^2 b^2 + p^2 c^2)} \end{aligned}\right\} \qquad (5)',$$

e ad esempio nel boro dimetrico ove

$$[m n p] = [10\bar{1}] \; ; \qquad a : b : c :: \sqrt{3} : \sqrt{3} : 1$$

sarà

$$\frac{u'}{u - 3 w} = \frac{v'}{-2 v} = \frac{w'}{-u - w} \; .$$

Se, come spesso succede, l'asse di geminazione è contenuto in un piano di simmetria del sistema cristallino, si possono allora assumere più assi o faccie di geminazione.

Così nel boro dimetrico se [101] è asse di geminazione, sarà anche 301 faccia di geminazione in virtù della formola (1)'. Ma parimenti 101 è anche faccia di geminazione, quindi potrà anche essere [103] asse di geminazione in virtù della formola (2)'.

8. Ammessa l'ipotesi, di cui in principio,

Ogni sistema cristallino ad assi inclinati potrà derivarsi da assi ortogonali.

Infatti ritenuto uno degli antichi piani coordinati proprî agli assi obbliqui, si può assumere per asse la perpendicolare a tale piano, che in virtù della proposizione stabilita nell'art. 1.° è spigolo possibile.

Assunto quindi per secondo piano coordinato quello, che passa per tale perpendicolare, e per uno degli assi compresi nell'antico piano coordinato ritenuto, si potrà assumere per terzo asse la perpendicolare al secondo piano così determinato.

In questo od in altri infiniti modi potrebbersi sostituire assi ortogonali agli obbliqui, ma non per ogni metodo scelto coinciderebbero le linee di simmetria del sistema cristallino cogli assi ortogonali risultanti.

9. Ritenuta l'ipotesi sui parametri, di cui in principio,

Potrà sotto un certo punto di vista assumersi per elissoide geometrico caratteristico della sostanza (') una sfera.

Presa infatti una sfera e segnati sopra di essa i punti di contatto colla superficie sua di tre faccie qualsiansi del sistema cristallino considerato, saranno spigoli possibili i raggi della sfera, che arrivano a tali punti. I piani paralleli a due di questi spigoli saranno faccie possibili, e somministreranno nuovi punti sulla sfera, sicchè si potranno derivare in tal modo tutte le faccie e spigoli del sistema cristallino.

Correrà tuttavia un divario fra questa sfera e l'elissoide geometrico, quale l'avevamo definito nel citato lavoro, giacchè il raggio arrivante al punto della superficie della sfera non sarà lo spigolo coniugato della faccia rappresentata dal punto della sfera.

10. Importa assai il ricercare quali siano i tipi cristallini soddisfacenti alla fatta ipotesi sui parametri, che possono derivarsi dal sistema monometrico.

Suppongasi il tipo cristallino, che si ha in esame ridotto già ad assi ortogonali, a cui siano parametri $\sqrt{a}$, $\sqrt{b}$, $\sqrt{c}$: vorrebbesi trovar verso di determinare tre spigoli possibili nel sistema monometrico, i quali siano perpendicolari fra loro, e che tagliati da una faccia possibile somministrino tre lunghezze possibili stanti fra loro nel rapporto $\sqrt{a}:\sqrt{b}:\sqrt{c}$.

Siano $[xyz]$, $[x'y'z']$, $[x''y''z'']$ li tre spigoli e mnp la faccia cercata. Dovrebbe essere

$$\sqrt{a}:\sqrt{b}:\sqrt{c}::\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{mx+ny+pz}:\frac{\sqrt{x'^2+y'^2+z'^2}}{mx'+ny'+pz'}:\frac{\sqrt{x''^2+y''^2+z''^2}}{mx''+ny''+pz''}.$$

Osserviamo ora come pel significato stesso dei numeri a, b, c,

1.° Possa moltiplicarsi o dividersi isolatamente ciascuno di essi per il quadrato di un numero qualunque.

2.° Possano contemporaneamente moltiplicarsi o dividersi tutti e tre per un fattore qualsiasi.

Sarà quindi inutile tener conto dei denominatori contenuti nella seconda parte delle sovrascritte proporzioni, e tornerà inutile, come era del resto agevole il vedere direttamente, il considerare mnp. Non si nuocerà perciò alla generalità della questione, enunciandola come segue.

Risolvere con numeri intieri le seguenti equazioni, nelle quali a, b, c sono numeri

(') *Sulla legge di connessione* ecc., Nuovo Cimento, vol. IV, pag. 93.

intieri moltiplicabili o divisibili isolatamente per ogni quadrato, e tutti assieme per qualunque fattore

$$\frac{x^2+y^2+z^2}{a}=\frac{x'^2+y'^2+z'^2}{b}=\frac{x''^2+y''^2+z''^2}{c} \qquad (a)$$

$$\left.\begin{array}{l} x\,x'+y\,y'+z\,z'=0 \\ x'x''+y'y''+z'z''=0 \\ x''x+y''y+z''z=0 \end{array}\right\} \qquad (b).$$

Siamo debitori della soluzione di questo interessante problema di analisi ad un nostro valente geometra all'avv. Genocchi. Egli trova, che onde x, y, z, x', y', z', x'', y'', z'' siano intieri, è necessario, e basta, che si possano trovare tre numeri intieri u, v, t, che rendano intieri i quozienti

$$\frac{u^2+ab}{c}, \quad \frac{v^2+bc}{a}, \quad \frac{t^2+ca}{b},$$

ovvero in altre parole, che tornano allo stesso: *Il prodotto negativo di due qualunque dei numeri* a, b, c *deve essere residuo quadratico del terzo* (¹).

Indi si trae la proposizione seguente:

Si possono derivare dal sistema monometrico quei tipi cristallini, che soddisfacendo alla fatta ipotesi sopra i parametri, e ridotti poscia ad assi ortogonali, vengono allora ad avere per parametri le radici di tre numeri intieri tali, che il prodotto negativo di due qualunque di essi sia residuo quadratico del terzo.

11. La soluzione del Genocchi si può compendiare come segue.

Si premetta che non solo possano intendersi, come realmente si suppongono, li numeri a, b, c liberati da ogni fattore o quadrato, o comune a tutti e tre, ma ben anco scevri da ogni fattore comune a due di essi. Infatti moltiplicandoli tutti e tre per un fattore comune per esempio ad a e b, e togliendo poscia i fattori quadrati risultanti, si caccia nel solo c il fattore comune ad a e b.

Si ponga

$$\frac{x^2+y^2+z^2}{a}=\frac{x'^2+y'^2+z'^2}{b}=\frac{x''^2+y''^2+z''^2}{c}=k \qquad (a)'.$$

Sarà k non solo razionale, ma ben anche intiero; poichè per la prima equazione non potrebbe avere altri fattori al denominatore che quelli di a, per la seconda che quelli di b, e per la terza che quelli di c. Ora siccome a, b, c sono primi fra loro, k non potrà avere altro denominatore, che l'unità.

Dalle equazioni (a) e (b), come pure dalla questione cristallografica, che intendiamo risolvere nasce, che

$$\frac{x^2}{ka}, \frac{y^2}{ka}, \frac{z^2}{ka}; \quad \frac{x'^2}{kb}, \frac{y'^2}{kb}, \frac{z'^2}{kb}; \quad \frac{x''^2}{kc}, \frac{y''^2}{kc}, \frac{z''^2}{kc}$$

sono i coseni quadrati degli angoli fatti dalle rette $[xyz]$, $[x'y'z']$, $[x''y''z'']$ con i

(¹) Un numero dicesi residuo quadratico di un altro, quando la differenza fra un quadrato ed il primo numero è divisibile per il secondo.

tre assi delle coordinate. Considerando successivamente i coseni degli angoli fatti da uno degli assi colle tre rette predette, sarà:

$$\frac{x^2}{a}+\frac{x'^2}{b}+\frac{x''^2}{c}=\frac{y^2}{a}+\frac{y'^2}{b}+\frac{y''^2}{c}=\frac{z^2}{a}+\frac{z'^2}{b}+\frac{z''^2}{c}=k \qquad (c).$$

Ora siccome a, b, c sono primi fra loro, k è intiero, ed i numeri a, b, c non contengono fattore quadrato, dovranno essere intieri i quozienti

$$\frac{x}{a}, \frac{y}{a}, \frac{z}{a}; \quad \frac{x'}{b}, \frac{y'}{b}, \frac{z'}{b}; \quad \frac{x''}{c}, \frac{y''}{c}, \frac{z''}{c}.$$

Da ciò e dalle equazioni $(a)'$ nasce che k è divisibile per $a.b.c$, e si potrà perciò sostituire con $k'abc$ ove k' è numero intiero.

Consideriamo una delle equazioni (c) sotto la forma

$$a\left(\frac{x}{a}\right)^2+b\left(\frac{x'}{b}\right)^2+c\left(\frac{x''}{c}\right)^2=k'abc \qquad (c)'.$$

Il secondo membro ed il terzo termine del primo sono divisibili per c: dovrà dunque essere divisibile per tale numero il binomio

$$a\left(\frac{x}{a}\right)^2+b\left(\frac{x'}{b}\right)^2.$$

Sia θ un fattore primo qualsiasi contenuto in c: esso non sarà comune alle nove incognite $x, y, \ldots\ldots z''$, le quali si ponno intendere scevre da ogni fattore comune. Supponiamo che θ non divida per esempio x, esso non dividerà neppure x' perchè deve dividere il binomio sovrascritto.

Si potrà quindi risolvere con numeri intieri rispetto a α e β l'equazione

$$\left(\frac{x}{a}\right)=\left(\frac{x'}{b}\right)\alpha+\theta\beta,$$

onde

$$a\left(\frac{x}{a}\right)^2+b\left(\frac{x'}{b}\right)^2=\left(\frac{x'}{b}\right)^2(a\alpha^2+b)+2a\left(\frac{x'}{b}\right)\alpha\beta.\theta+a\beta^2.\theta^2.$$

Il primo membro è divisibile per θ, dovrà dunque essere intiero $\frac{a\alpha^2+b}{\theta}$.

Ripetendo il ragionamento per ogni altro fattore primo contenuto in c, e quindi per ciascuno dei numeri a e b, se ne conchiude, che, onde la soluzione sia possibile, debbono potersi trovare tre numeri intieri $u'v't'$ tali da rendere intieri i quozienti

$$\frac{au'^2+b}{c}, \quad \frac{bv'^2+c}{a}, \quad \frac{ct'^2+a}{b},$$

che moltiplicati per a, b, c si ridurranno ai tre sopra indicati.

È così dimostrato che le enunciate condizioni sono necessarie: resta a dimostrarsi, che esse sono sufficienti onde il problema ammetta sempre una soluzione.

Supponiamo trovati tali numeri $u'v't'$, ovvero gli altri $u\,v\,t$ da cui si passa facilmente ai primi, poichè se per esempio è intiero $\frac{u^2+ab}{c}$, risolvendo con due numeri intieri r ed s l'equazione

$$u=ar+cs,$$

si avrà intiero anche $\frac{a^2r^2+ab}{c}$, e quindi anche $\frac{ar^2+b}{c}$, onde il valore $u'=r$ renderà $\frac{au'^2+b}{c}$ intiero.

Il metodo di Lagrangia [1] per la risoluzione dell'equazione

$$x^2 - B y^2 = A z^2$$

ci servirà a risolvere le equazioni (a) e (b), che si possono rappresentare con l'unica seguente, dove α, β, γ sono tre quantità del tutto indeterminate

$$k(a\alpha^2 + b\beta^2 + c\gamma^2) = (\alpha x + \beta x' + \gamma x'')^2 + (\alpha y + \beta y' + \gamma y'')^2 + (\alpha z + \beta z' + \gamma z'')^2 \quad \text{(d)}.$$

Infatti onde l'equazione sia soddisfatta per qualunque valore di α, β, γ conviene, che il secondo membro risulti identico al primo, e quindi, che siano soddisfatte le equazioni (a') ossia (a) e (b).

Ammesso $a < b < c$, sia

$$\frac{a u'^2 + b}{c} = \rho^2 \delta \qquad \text{(e)};$$

ove ρ^2 è il massimo quadrato contenuto nel quoziente dato dal primo membro. Sia a' il massimo divisore comune ai due numeri ab e δ, e poniamo $ab = a'b'$, $\delta = a'c'$. Facendo

$$\alpha = u'\beta + \beta_{,} \qquad \text{(f)}$$

otterremo

$$c c' \rho^2 (a\alpha^2 + b\beta^2 + c\gamma^2) = a'(c c' \rho^2 \beta + \frac{a u'}{a'} \beta_{,})^2 + b'\beta_{,}^2 + c^2 c' \rho^2 \gamma^2;$$

e posto

$$\alpha_{,} = c c' \rho^2 \beta + \frac{a u'}{a'} \beta_{,}; \qquad \gamma_{,} = c \rho \gamma \qquad \text{(g)}$$

ne trarremo

$$c c' \rho^2 (a\alpha^2 + b\beta^2 + c\gamma^2) = a'\alpha_{,}^2 + b'\beta_{,}^2 + c'\gamma_{,}^2 \qquad \text{(h)}.$$

Dalle (f), (g), (e) si ha

$$\alpha_{,} = \frac{a u'}{a'} \alpha + \frac{b}{a'} \beta; \qquad \beta_{,} = \alpha - u'\beta; \qquad \gamma_{,} = c \rho \gamma \qquad \text{(i)}.$$

L'equazione (e) ossia

$$a u'^2 + b = a' c c' \rho^2 \qquad \text{(e')}$$

mostra, che a' non può avere alcun fattore comune con a, perchè se lo avesse, sarebbe contro la fatta ipotesi anche comune a b. Quindi essendo $ab = a'b'$ sarà a' divisore di b ed allora per la (e') sarà eziandio un divisore di u'^2, ed anzi di u' perchè a' non ha fattori quadrati. Adunque nelle (i) che esprimono le nuove indeterminate $\alpha_{,}$, $\beta_{,}$, $\gamma_{,}$ per mezzo delle primitive, tutti i coefficienti saranno intieri.

La stessa equazione (e') dà intiero il quoziente

$$\frac{a u'^2 + b}{c} \text{ ed anche } \frac{(a u')^2 + a'b'}{c'}.$$

Di più essendo intiero $\frac{t^2 + ca}{b}$ saranno pur tali $\frac{t^2 + ca}{a'}$ ed anche per le (e')

$$\frac{t^2 + ca}{a'} \cdot c'\rho^2 = \frac{c'\rho^2 t^2 + b'}{a'} + a^2 \left(\frac{u'}{a'}\right)^2.$$

Sarà dunque intiero il quoziente $\frac{(c'\rho t)^2 + b'c'}{a'}$.

[1] Legendre, *Théorie des nombres*. Paris 1808, pag. 35-42. Possono usarsi pel medesimo fine anche i metodi esposti da Gauss negli articoli 294 e 295 delle *Disquisitiones Arithmeticae*.

Si chiami θ un divisor primo di b'. Se θ è fattore di a, sarà intiero $\frac{v^2+bc}{\theta}$, poichè è tale $\frac{v^2+bc}{a}$: ma per la (e')

$$v^2+bc=v^2+a'c'c^2\rho^2-acu'^2,$$

dunque anche $\frac{v^2+a'c'c^2\rho^2}{\theta}$ sarà intiero. Ora c e ρ sono primi a θ, poichè a è primo con c ed anche con ρ, come risulta dalla (e'): si potranno quindi trovare due numeri intieri r ed s che soddisfacciano alla equazione

$$v=c\rho s+\theta r,$$

onde si dedurrà $\frac{s^2+a'c'}{\theta}$ intiero.

Se θ è invece fattore di b sarà intiero $\frac{t^2+ca}{\theta}$, e quindi anche

$$\frac{t^2+ca}{\theta}a'c'\rho^2=\frac{a'c'\rho^2t^2+a^2u'^2+ab}{\theta}.$$

Sarà perciò intiero $\frac{a'c'\rho^2t^2+a^2u'^2}{\theta}$. Ora t è primo a θ, perchè ca è primo a b, e quindi a θ: ρ è parimenti primo a θ, perchè se nol fosse in virtù della (e') sarebbe u' divisibile per θ, e sarebbe perciò b divisibile per θ^2 contro l'ipotesi da cui si parte. Si potrà quindi fare

$$au'=\rho ts+\theta r,$$

e ne nascerà $\frac{s^2+a'c'}{\theta}$ intiero. Ripetendo il ragionamento per tutti i divisori primi di b', si conchiuderà, che si può rendere intiero il quoziente $\frac{s^2+a'c'}{b'}$, ed essendosi dimostrato, che si possono rendere intieri i quozienti $\frac{(au')^2+a'b'}{c'}$ e $\frac{(c'\rho t)^2+b'c'}{a'}$, se ne conchiuderà che sono adempiti per i nuovi coefficienti a', b', c' della equazione (h) condizioni analoghe a quelle, che si suppongono soddisfatte dai primitivi a, b, c.

Nella equazione (e) si può supporre u' non $>\frac{1}{2}c$, perchè se non fosse tale gli si potrebbe sostituire $u'-cm$, ovvero $cm-u'$, determinando l'intiero m in modo che questa differenza non superi $\frac{1}{2}c$. Avremo quindi $\delta<\frac{1}{4}ac+1$, e così $a'c'<ac$, mentre $a'b'=ab$.

Operando sul trinomio $a'\alpha_1^2+b'\beta_1^2+c'\gamma_1^2$ come si è operato sovra $a\alpha^2+b\beta^2+c\gamma^2$, otterremo una ulteriore semplificazione, ed equazioni analoghe alle (h) ed (i), cosicchè le nuove indeterminate α_{11}, β_{11}, γ_{11} si potranno anche esprimere per mezzo delle primitive $\alpha\ \beta\ \gamma$ con funzioni omogenee di primo grado a coefficienti intieri. E passando successivamente in simil modo ad altre trasformate, si giungerà a ridurre i coefficienti dei quadrati delle indeterminate all'unità, onde si avrà una equazione della forma

$$k(a\alpha^2+b\beta^2+c\gamma^2)=\alpha_m^2+\beta_m^2+\gamma_m^2;$$

ove $\alpha_m, \beta_m, \gamma_m$ saranno espressioni composte con α, β, γ come lo sono le espressioni contenute nel secondo membro della (d): i coefficienti di tali espressioni saranno numeri intieri, che si potranno prendere per valori di $x x' \ldots\ldots z''$ ed il problema sarà risolto.

I conoscitori della teorica delle forme quadratiche, leggendo attentamente l'art. 295 delle *Disquisitiones Arithmeticae* riconosceranno senza difficoltà che quando le condizioni sovra enunciate sono adempite è possibile di ridurre due de' prodotti ab, ac, bc a due somme di tre quadrati interi

$$f^2 + f'^2 + f''^2, \qquad g^2 + g'^2 + g''^2,$$

in modo che si abbia $$fg + f'g' + f''g'' = 0\,.$$

Quindi se ciò non può farsi coi valori dati di a, b, c si dirà che il problema non è solubile; se può farsi, supposto per esempio

$$ac = f^2 + f'^2 + f''^2, \qquad bc = g^2 + g'^2 + g''^2,$$

si avrà la soluzione seguente:

$$x = ag\,, \qquad y = ag'\,, \qquad z = ag''\,,$$
$$x' = bf\,, \qquad y' = bf'\,, \qquad z' = bf''\,,$$
$$x'' = f'g'' - g'f''\,, \qquad y'' = f''g - fg''\,, \qquad z'' = fg' - gf'\,.$$

12. Riassumendo conchiudiamo:

Se il prodotto di ciascun parametro per se stesso e per la proiezione sovra di esso di ogni altro parametro è in un dato sistema cristallino numero razionale:

Ogni piano perpendicolare ad uno spigolo è faccia possibile ed ogni retta perpendicolare ad una faccia è spigolo possibile.

Il rapporto delle tangenti degli angoli fatti da faccie tautozonali è razionale.

In ogni geminato nel quale sia asse di geminazione uno spigolo, o la perpendicolare ad una faccia, ogni faccia dell'un gemello sarà faccia possibile dell'altro gemello.

Ogni sistema cristallino ad assi inclinati potrà derivarsi da assi ortogonali.

Può assumersi per elissoide geometrico caratteristico della sostanza una sfera.

Se ridotto il tipo cristallino ad assi ortogonali, esso acquista allora parametri, che siano radici di tre numeri intieri tali, che il prodotto negativo di due qualunque di essi sia residuo quadratico del terzo, il tipo cristallino si potrà derivare dal sistema monometrico.

13. La proposizione dell'art. 3 data dal Neumann per i sistemi ortogonali e romboedrico, dal Kupffer pel sistema monoclino e per alcuni casi del triclino, venne esposta in tutta la sua generalità dal Naumann [1].

Questi mostrò anzi sovra parecchi cristalli naturali monoclini e triclini, come le ipotesi geometriche sui parametri, da cui dipende la proposizione dell'art. 3, si trovino realmente soddisfatte.

[1] Naumann, *Ueber die Rationalität der Tangenten-verhältnisse tautozonaler Krystallflächen.* Abhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, IV, 507.

Ivi sono citati per le proposizioni da loro stabilite: Neumann, *Beiträge zur Krystallonomie* e Kuppfer *Handbuch der rechnenden Krystallonomie;* noi fummo dolentissimi di non poterci finora procacciare tali autori.

La via seguita dal Naumann nella sua importantissima Memoria è affatto diversa da quella, che proponiamo, e crediamo, che il paragone dei due metodi possa mostrare come la geometria elementare debba considerarsi in cristallografia non solo come atta a dar belle e semplici dimostrazioni, ma anche come potente mezzo di investigazione.

L'enunciato della condizione, da cui dipende la razionalità del rapporto delle tangenti degli angoli tra faccie tautozonali, che dà il Naumann, è diverso dall'enunciato stabilito in questa nota, ma è facile dimostrare, che quello è racchiuso in questo.

La parte della proposizione dell'art. 5, che si riferisce a sistemi cristallini ad assi ortogonali risultava già dalle formole stabilite dal Naumann nel suo primo trattato di cristallografia (¹). Essa fu poscia oggetto di alcune applicazioni a cristalli naturali monometrici per parte del Senarmont (²); venne quindi più ampiamente sviluppata per i sistemi ortogonali e romboedrico, come pure per alcuni casi speciali del sistema monoclino e triclino in un recente trattato del valente ed indefesso cristallografo di Lipsia (³).

Fu sempre pensiero del Weiss, che la proposizione dell'art. 8 si applicasse ad ogni sistema cristallino ad assi inclinati, che la natura ci presenta.

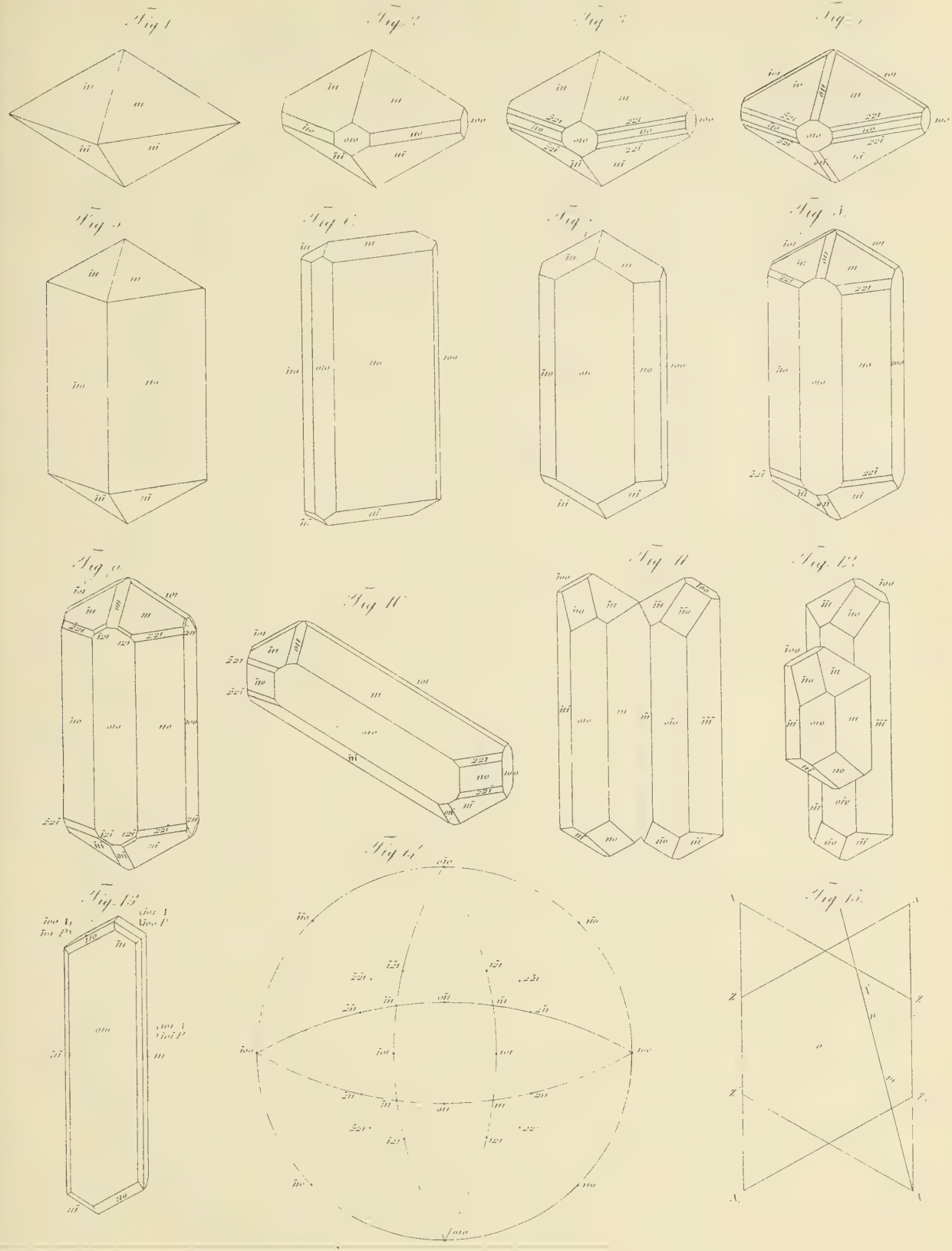
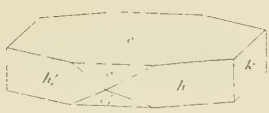
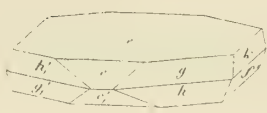
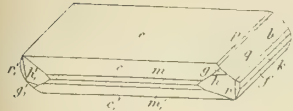
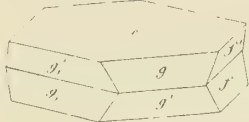
14. La ipotesi geometrica sui parametri, a cui si legano tante importanti proprietà dei sistemi cristallini, che le obbediscono, è prossimamente avverata anche coi numeri semplici da molte sostanze. Essa non si può tuttavia ritenere per pienamente conforme al vero, che in casi particolari, perchè siccome gli angoli variano in modo continuo colla temperie, non si può ammettere, che i parametri variino in modo discontinuo, come le radici quadrate dei numeri intieri.

Noteremo tuttavia, come i sistemi cristallini delle varie sostanze si riuniscano quasi tutti sotto un numero *limitato* di gruppi di parametri, i quali oscillano attorno radici quadrate di numeri piuttosto semplici. Se ora noi osserviamo ancora come le molecole di un cristallo compresse o stirate per l'azione di una temperie diversa da quella, a cui esso si formò, debbano essere in una posizione relativa diversa da quella, in cui erano al momento della formazione del cristallo stesso, possiamo conchiudere:

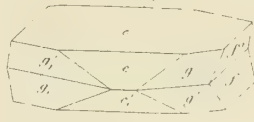
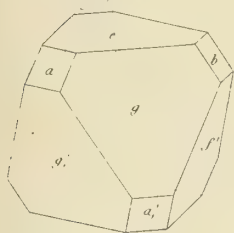
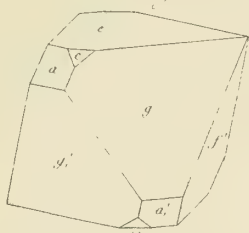
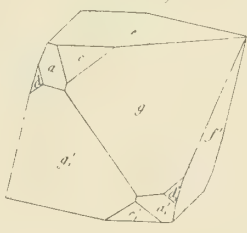
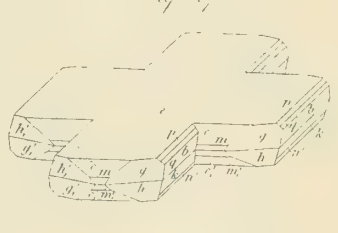
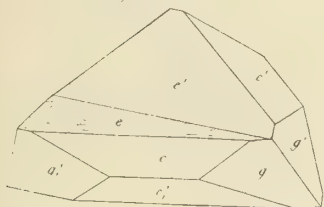
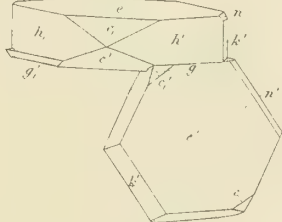
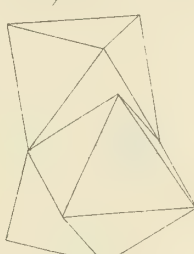
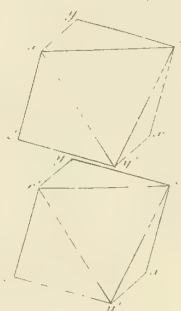
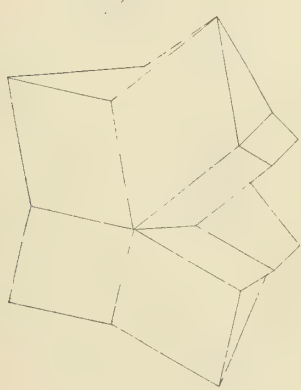
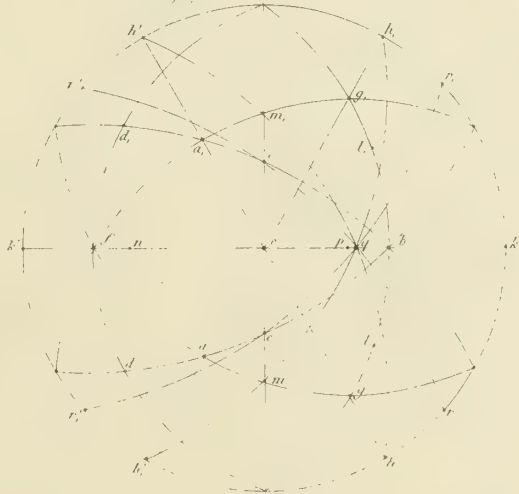
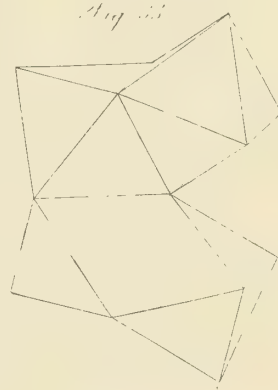
Non essere impossibile, che le azioni molecolari, per cui i cristalli si formano, siano tali da dar origine a parametri soddisfacienti alla ipotesi stabilita nel principio di questa nota.

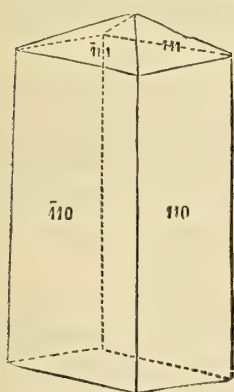
(¹) Naumann, *Lehrbuch der Krystallographie*, 1830, tom. II, pag. 240.

(²) De Senarmont, *Observations sur quelques groupements de cristaux du système régulier*. Annales des Mines, 1848, 4ª serie, tom. XIII, pag. 225.

(³) Naumann, *Elemente der theoretischen Krystallographie*. Leipzig 1856.

Salomone, Roma

BORO MONOMETRICO?

Cromolit. Bruno e Salomone, Roma

Sulla Savite.

(Nuovo Cimento. Tom. VII, fasc. di marzo 1858).

Il sig. dott. Gaetano Burci ha fatto dono al R. Instituto tecnico di Torino di molti bellissimi minerali Toscani, e fra essi di un esemplare di Savite, che egli teneva dal sig. Bechi. Questo esemplare presenta degli aghi di Savite in verità finissimi, ma tuttavia misurabili al goniometro, i quali sono associati all'Analcimo (Picranalcimo). — Questi aghi sono foggiati a guisa di prisma, il cui angolo sembra retto, e terminano in una piramide composta di quattro faccie, che paiono egualmente inclinate fra loro. Indi nasce, che il Dana nella sua Mineralogia (¹) appoggiandosi probabilmente ai dati del Meneghini autore di tale specie, descrive la Savite come dimetrica, senza tuttavia provare l'asserto con osservazioni. Ma assai diversa è la conclusione a cui si perviene misurandone gli angoli come dal quadro seguente:

FACCIE	ANGOLI OSSERVATI	ANGOLI DEL MESOTIPO
110,1̄10	89° (²)	89°
110,111	63°,25′ (³)	63°,20′
111,1̄11	36°,50′ (⁴)	36°,40′
111,11̄1	37°,22′ (⁵)	37°,20′

Gli angoli della Savite si avvicinano tanto a quelli del Mesotipo indicati nella terza

(¹) Dana, *Mineralogy*, 4 edit. pag. 316.

(²) Le faccie del prisma sono striate parallelamente agli spigoli del medesimo; fra 110 e 1̄10 esistono traccie della faccia 100.

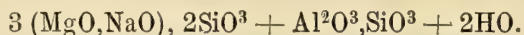
(³) Le faccie della piramide, che terminano l'ago misurato, quantunque piccolissime, offrono tuttavia parecchie immagini.

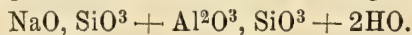
(⁴) Oltre a dette faccie ve ne sono due altre in zona con loro che fanno un angolo di circa 1°,10′ con ciascuna di esse, e che verrebbero perciò a costituire un ottaedro più ottuso del suindicato.

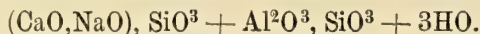
(⁵) Media di tutte le osservazioni prendendo successivamente gli angoli dati dalle varie immagini.

colonna del quadro precedente (¹), che poco rimane a dubitare doversi considerare la Savite come una delle tante varietà di Mesotipo, che già si conoscono.

La Savite è stata analizzata dal Bechi, il quale la trovò composta di silice, allumina, magnesia, soda con poca potassa, ed acqua, sicchè ne calcolò la formola di composizione

$$3\,(MgO,NaO),\,2SiO^3 + Al^2O^3,SiO^3 + 2HO.$$

La varietà di Mesotipo detta Natrolite ha la composizione seguente

$$NaO,\,SiO^3 + Al^2O^3,\,SiO^3 + 2HO.$$

La varietà invece, a cui venne dato il nome di Mesolite ha la composizione

$$(CaO,NaO),\,SiO^3 + Al^2O^3,\,SiO^3 + 3HO.$$

I risultati a cui l'ultima formola conduce non sono molto diversi da questi, a cui conduce la formola data dal Bechi per la Savite, ove si sostituisca la magnesia alla calce, ed è perciò probabile che la Savite sia una varietà di Mesotipo, in cui parte della soda della Natrolite, ovvero la calce della Mesolite siano sostituite dalla magnesia.

Nuove ed accurate analisi della Savite, potranno forse far scomparire il divario che corre tra la formola attuale della Savite, e quella della Natrolite, o della Mesolite. Infatti la Savite è impiantata sovra serpentino, di cui avvolge piccoli frammenti, e se la scelta della materia analizzata non fu perfetta, è naturale che siasi rinvenuta maggior copia di silicato di magnesia di quanto forse convenga alla genuina composizione della Savite.

La Natrolite, la Bergmannite, la Radiolite, lo Spreustein, la Lehuntite, la Brevicite, il Mesole, la Harringtonite, e la Mesolite di alcune località sono considerate come varietà di Mesotipo trimetrico. La Scolesite, la Poonahlite, la Antrimolite, ed alcune Mesoliti sono ritenute come varietà di una specie monoclina vicinissima al Mesotipo, ed indicata da molti Mineralisti col nome di Scolesite. Gli angoli della Savite si avvicinano più a quelli del Mesotipo, che non a quelli della Scolesite, osservati da G. Rose, e non permettendo la piccolezza degli aghi di Savite lo studio dei caratteri ottici, o piroelettrici, che distinguono la Scolesite dal Mesotipo, devesi conchiudere, che i caratteri finora osservati avvicinano la Savite piuttosto al Mesotipo, che non alla Scolesite, e ci inducono a ritenerla per un Mesotipo con magnesia, la quale o sostituisce parte della soda, o proviene da serpentino che contaminava la materia analizzata.

(¹) Angoli desunti da Phillips, *Mineralogy by Brooke and Miller*, p. 443.

Sulle forme cristalline di alcuni sali derivati dall'ammoniaca.

(Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Ser. IIª, tomo XX, 1863.
Seduta del 17 giugno 1860 e del 20 gennaio 1861).

INTRODUZIONE

Vi è noto, o chiarissimi signori, come oggetto e risultato delle più recenti investigazioni della chimica organica sia stato di mostrare come la costituzione di gran parte delle svariatissime ed innumerevoli sostanze spettanti ai regni vegetale ed animale sia analoga a quella dei più semplici corpi del regno minerale, come dell'acqua, del salmare, e dell'ammoniaca. Il gruppo dei composti, che si possono riferire all'ammoniaca, è forse quello che offre maggior interesse, a cagione dell'immenso numero e varietà di corpi che comprende, e dei vincoli ben conosciuti che legano tra loro i membri dello stesso gruppo.

Indi consegue, che è attualmente di alta importanza lo studio delle proprietà geometriche e fisiche dei sali derivati dall'ammoniaca. Ed infatti giova anzitutto lo indagare se pro o contro la ipotesi fatta dai chimici, che tali sali abbiano costituzione analoga, parlino le loro forme cristalline, ed i loro assi di elasticità. Giova quindi far tesoro delle forme cristalline dei sali derivati dall'ammoniaca a più alto fine.

Non è inverosimile che a risolvere il problema del nesso, che lega la composizione e costituzione chimica di un corpo alle sue forme cristalline ed alle sue proprietà fisiche, meglio ci aiuti lo studio di composti, i quali, come appunto gli organici, passino per lievi differenze dall'uno all'altro, anzichè lo studio dei corpi della chimica minerale, i quali al mutarsi dell'acido o della base che li forma vengono alterati in tanta parte di loro stessi, che ne rimangono repentinamente e profondamente alterate le essenziali proprietà. Suppongansi questi nessi rappresentati da curve, egli è chiaro che più agevolmente se ne scoprirà l'indole, qualora ne siano determinati molti punti non molto lontani, come sembraci atta a somministrare la chimica organica, anzichè punti isolati assai discosti l'uno dall'altro, quali risultano dalla chimica inorganica.

E dell'essere la cosa in questi termini abbiamo chiarissima conferma dai vincoli già scoperti tra la composizione e costituzione chimica di alcune classi di corpi organici, e qualcuna delle loro proprietà fisiche. Basti il rammentare a modo d'esempio la legge di Kopp, per cui dai gradi di temperie a cui bollono due corpi omologhi

di una serie, si può desumere il grado di ebullizione di qualsiasi composto spettante alla stessa serie ([1]).

Già altra volta ebbi, signori, l'onore di parlarvi delle forme cristalline di alcuni sali derivati dall'ammoniaca, cioè dei sali di platinodiamina di Reiset e Peyrone ([2]). Vengo oggi a discorrervi di sali derivati pure dall'ammoniaca, ai quali è essenzialmente per base una fosfina, vale a dire una ammoniaca NH_3 nella quale al posto dell'azoto v'ha fosforo, ed in cui al posto dell'idrogeno vi sono spesso altri radicali, e specialmente l'etile C_2H_5. I sali descritti furono scoperti da uno dei più attivi ed ingegnosi indagatori, di cui si vanti oggidì la chimica organica, cioè da A. W. Hofmann. A questo illustre chimico debbo i cristalli da me studiati, e pel favore che egli mi fece dandomi agio di esaminare sì interessanti corpi, sono in dovere di attestargli pubblicamente la mia gratitudine.

La memoria sarà divisa in due parti. Nella prima si indicheranno le forme cristalline ed alcune delle proprietà ottiche di 22 sostanze finquì inesplorate; inoltre sul modo di prepararle, e sul loro punto di fusione e di ebullizione si dàrà qualche cenno desunto o dalle Memorie dell'Hofmann, o da private informazioni di cui egli ci fu cortese.

Le forme cristalline si poterono nella maggior parte dei casi determinare con qualche rigore, a cagione della perfezione dei cristalli. Gli angoli osservati, che vennero registrati dirimpetto ai calcolati, sono le medie di tutte le osservazioni fatte sopra i diversi cristalli misurati. In generale le osservazioni si ripeterono sovra un numero di cristalli tanto maggiore, quanto minore era la loro perfezione, poichè l'esperienza ci ha ammaestrati come anche da cristalli imperfetti, mediante osservazioni assai moltiplicate, e sottile criterio di calcolo, si ottengano risultati molto più accurati di quanto a prima vista possa parere.

Gli angoli dati per caratteristici del sistema cristallino di ciascuna sostanza furono talvolta somministrati direttamente dall'osservazione, ma risultano per lo più da calcoli fondati sopra gli angoli fatti dalle faccie più nitide. Trattandosi di cristalli imperfetti si ebbe cura di poggiare questi calcoli giusta il metodo dei minimi quadrati sopra un numero di angoli maggiore di quello, che era strettamente necessario alla determinazione degli angoli caratteristici.

Stante la somma piccolezza della maggior parte dei cristalli, i caratteri ottici non si ottennero in generale che con mediocre, e talora grossolana approssimazione. L'esame di questi caratteri si riconobbe tuttavia per importantissimo, giacchè dava alla determinazione del sistema cristallografico quella certezza, che talvolta non risulta dalle sole misure degli angoli. Ed infatti senza il soccorso dei caratteri ottici, e quello non meno prezioso delle sfaldature, sarebbero state in questa Memoria descritte come

([1]) Siano t e t' i gradi di ebullizione di due sostanze omologhe le cui formole chimiche differiscano di nCH_2 si ha

$$t' = t + a n$$

ove a è una costante positiva o negativa, che varia da una serie all'altra, ma che rimane la stessa per una medesima serie di corpi omologhi.

([2]) *Sulle forme cristalline di alcuni sali di platino*. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, serie 2ª, tom. XVII, pag. 337.

trimetriche tre sostanze, le quali si riconobbero invece col sussidio di tali caratteri come monocline.

Gli indici di rifrazione, di cui si parlerà, si riferiscono alla parte dello spettro, che è tra il rosso ed il giallo. Le misure degli angoli fatti dagli assi ottici si riferiscono alla luce bianca.

Nella seconda parte della Memoria si discorrerà di alcune analogie evidenti tra le forme dei sali descritti, e le forme conosciute di altri sali ammoniacali.

AVVERTENZA ESSENZIALE

In tutte le formole chimiche inserite nel testo, e nelle figure di questa Memoria ci siamo conformati alle viste di Hofmann ed altri odierni chimici, ed abbiamo assunto per equivalenti

$$H = 1 ; \quad O = 16 ; \quad S = 32 ; \quad C = 12 .$$

Indi segue, che per esprimere le nostre formole cogli antichi equivalenti debbonsi raddoppiare i numeri di atomi relativi all'ossigeno, allo zolfo ed al carbonio.

PARTE PRIMA

DESCRIZIONE DELLE FORME CRISTALLINE DI CIASCUN SALE

Capo I.

Solfuro di trietilfosfina.

$$P(C_2H_5)_3S .$$

Si prepara questo sale aggiungendo poco a poco fiori di zolfo ad una soluzione eterea di trietilfosfina. Svaporando l'etere, e ripigliando con acqua, questa lascia deporre per raffreddamento, e svaporazione lenta il solfuro di trietilfosfina.

Fonde a 94°. Assai più solubile nell'acqua calda, che nella fredda ([1]).

Sistema romboedrico:

$$100, 111 = 54°. 35' ;$$

Forme osservate:

$$10\bar{1}, 2\bar{1}\bar{1}, 210 \quad \text{(Fig. 31)}.$$

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
$10\bar{1}, 01\bar{1}$	=	60°. 0′	60°. 1′	$2\bar{1}\bar{1}, 120$	=	90°. 0′	
$10\bar{1}, 2\bar{1}\bar{1}$	=	30 . 0	29 . 59	210, 120	=	36 . 44	36°. 50′
$10\bar{1}, 210$	=	50 . 56	51 . 0	210, 021	=	66 . 10	66 . 20
$10\bar{1}, 120$	=	71 . 38	71 . 34	210, 012	=	78 . 9	
$2\bar{1}\bar{1}, 210$	=	56 . 55					

([1]) Hofmann e Cahours, *Recherches sur les bases phosphorées.* Ann. de chim. et phys. 3e série, tome LI, pag. 28.

Secondo Naumann:

$$R = 90^\circ.\ 13' ;$$

Forme osservate:

$$\infty P 2 , \infty R , \tfrac{2}{3} P 2 .$$

Secondo Weiss:

$$a = 0,8211 ;$$

Forme osservate:

$$a : \tfrac{1}{2} a : a : \infty c ; \quad \infty a : a : a : \infty c ; \quad a : \tfrac{1}{2} a : a : \tfrac{1}{3} c .$$

Secondo Levy:

$$P P = 90^\circ.\ 13' ;$$

Forme osservate:

$$d', e^2, b^2 .$$

Combinazioni osservate:

$10\bar{1}, 210$; (Fig. 30) ;
$10\bar{1}, 210$; $2\bar{1}\bar{1}$.

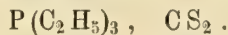
I cristalli hanno abito aghiforme di lunghi prismi esagonali, le cui faccie laterali sono assai brillanti. Le estremità sono in generale mal terminate, ed i prismi sono spesso vuoti all'interno, per cui di rado si osservano faccie 210 un po' nitide. Si osservarono una volta sola traccie distinte di $2\bar{1}\bar{1}$. Si osservò talvolta la faccia 111 ma assai imperfetta.

A temperie un po' alta, per esempio nell'estate, i cristalli son teneri, e flessibili: si riesce a piegarli di 180° senza romperli. A temperie meno elevata sono più duri e molto meno flessibili, ma sono tuttora settili.

I cristalli sono otticamente positivi. Si può misurare la minima deviazione tra le faccie del prisma esagono, e se ne conchiude che gli indici di rifrazione sono per il raggio straordinario $\varepsilon = 1,65$, e per il raggio ordinario $\omega = 1,59$.

Capo II.

Combinazione della trietilfosfina col bisolfuro di carbonio.

$$P(C_2H_5)_3 , \quad CS_2 .$$

Aggiungendo solfuro di carbonio ad una soluzione alcoolica od eterea di trietilfosfina si ha un precipitato di cristallini rossi talmente caratteristici, che il solfuro di carbonio può dirsi delicato reattivo atto a scoprire le più piccole traccie di trietilfosfina, purchè allo stato libero, ovvero posta in libertà per opera di un alcali, ed inversamente la trietilfosfina è il miglior reattivo per svelare la presenza del solfuro di carbonio.

La composizione dei cristallini rossi è indicata dalla formola $P(C_2H_5)_3CS_2$, la quale ricorda quella dell'acido solfo carbamico NH_3CS_2, e quella dell'acido carbamico NH_3CO_2, che unendosi all'ammoniaca forma, ciò che men propriamente dicesi carbonato di ammoniaca anidra $(NH_3)_2$, CO_2.

Insolubile nell'acqua, poco solubile nell'etere, meglio nel bisolfuro di carbonio,

ed anche di più nell'alcole sopratutto se scaldato. I migliori cristalli si ottengono coll'etere, e giungono fino ad avere più di un millimetro di lato.

Fonde a 95°, e si volatizza a 100°.

Si conserva in tubo suggellato, e privo di umidità. In presenza di poca umidità si scompone, per cui in un tubo ordinario non si conserva che pochi mesi [1].

Sistema monoclino:

100, 101 = 29°. 41′ ½ ; 010, 111 = 74°. 4′ ; 001, 101 = 27°. 7′ ½ ;

Forme osservate:

100, 010, 001, 110, $\bar{1}$01 (Fig. 5).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 010	=	90°. 0′	90°. 5′	010, $\bar{1}$01	=	90°. 0′	90°. 0′
100, 001	=	56 . 49	56 . 49	001, 110	=	61 . 0	60 . 55
100, 110	=	27 . 39	27 . 39	001, $\bar{1}$01	=	57 . 13	57 . 13
100, $\bar{1}$01	=	114 . 2	114 . 2	110, $\bar{1}$10	=	124 . 41	124 . 42
010, 001	=	90 . 0	90 . 6	110, $\bar{1}$01	=	111 . 9	110 . 55
010, 110	=	62 . 21	62 . 21				

Secondo Naumann il sistema cristallino deriva da una piramide monoclina (Fig. 1) dove

OA : OB : OC : : a : b : c : : 0,9205 : 1 : 1,5970 ; AOB = γ = 56°. 49′ ;

Forme osservate:

∞P∞ , ∞P∞ , oP , P∞ .

Secondo Weiss sarebbe (Fig. 1):

OB′ : OC : OA : : a : b : c : : 1 : 1,5970 : 0,9205 ; B′OA = aoc = 123°. 11′ ;

Forme osservate:

a : ∞b : ∞c ; ∞a : b : ∞c ; ∞a : ∞b : c ; a : b : ∞c ; — a : ∞b : c .

Secondo Levy i cristalli deriverebbero dal prisma romboidale obliquo (Fig. 2), in cui

MM = 124°. 41′ ; MP = 119° ;
AE : AO : : b : h : : 1 : 0,4885 ;

Forme osservate:

h′, g′, P, M, a′.

Combinazioni osservate:

100, 110, $\bar{1}$01 ;
100, 110, 001, $\bar{1}$01 (Fig. 3) ;
100, 110, 001, $\bar{1}$01 ; 010 (Fig. 4).

I cristalli si presentano in tavole rettangolari, che hanno apparenza di trimetriche.

Sfaldature 010 facilissima e nitidissima, sebbene talvolta incurvata; 100 facile e fibrosa.

[1] Hofmann, *Researches on the Phosphorus-Bases*. Proceedings of the royal Society, vol. IX, pag. 290.

Faccie brillanti ad eccezione di $\bar{1}01$ talvolta appannata, e quasi sempre distinta da 001 per il minore splendore.

Strie delicate sopra 100 e 110 parallele alla loro intersezione.

I cristalli sono otticamente positivi. È mediana principale [010], cioè l'asse di simmetria. Il piano degli assi ottici sembra poco lungi dall'essere parallelo a 001, e solo di qualche grado se ne scosta per avvicinarsi alla perpendicolare a 100.

Gli assi ottici fanno angolo assai aperto, per cui sottoponendo al microscopio polarizzatore una lastra parallela a 010 si veggono i principî degli anelli, ma non se ne scorge il centro.

Fissando invece la lastra contro un prisma isoscele di vetro, i cui angoli eguali sono di 54°. 14′ ed il cui indice di rifrazione è 1,508, si possono scorgere i centri degli anelli, e gli assi ottici si mostrano allora sotto angolo di 72°. Da ciò si desume anzitutto, che gli assi ottici non emergono dalla lastra nell'aria libera. Inoltre siccome da misure di deviazioni prese tra prismi in sensi diversi si ebbero 1,7 e 1,8 per indici di rifrazione, si può presumere, che gli assi ottici emergano dalla lastra per entrare nel vetro in guisa, che l'indice di rifrazione spettante alla lastra non sia molto lontano da 1,75. Dalle quali premesse risulterebbe, che l'angolo interno degli assi ottici non debbe gran fatto scostarsi da 70°.

Alla luce polarizzata questa sostanza presenta uno dei più rimarchevoli esempi di policroismo. Guardando nel microscopio polarizzatore una lastra sottilissima parallela a 010, e facendo girare questa, il suo colore varia a seconda della posizione dal giallo puro al rosso scuro.

L'asse di minima elasticità, cioè [010] ha un colore rosso violaceo scurissimo.

L'asse di massima elasticità, il quale non è lungi dall'essere parallelo a [100] è rosso dello stesso genere, ma assai meno intenso.

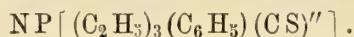
L'asse di elasticità media è giallo chiaro.

Indi risulta che anche alla luce ordinaria si ha un dicroismo distinto, poichè le lastre parallele a 100 sono di colore rosso intenso, mentre le lastre parallele a 010 sono di colore rosso arancio assai meno intenso, ed anzi assai chiaro se lo spessore della lastra è piccolo.

Durezza minore di quella del gesso.

Capo III.

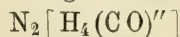
Urea solforata monofenilica trietilica ad azoto e fosforo.

$$NP[(C_2H_5)_3(C_6H_5)(CS)'']\,.$$

Hofmann ottiene questa sostanza mescolando trietilfosfina e solfocianuro di fenile in presenza di una quantità notevole di etere, onde evitare gli inconvenienti di una troppo violenta combinazione. Si svapora l'etere, e si purifica il prodotto della reazione sciogliendolo con etere caldo, e lasciandolo cristallizzare una o due volte. Lo svaporamento spontaneo della soluzione somministra discreti cristalli.

Insolubile nell'acqua, solubilissima nell'alcole.

Anche secca e pura si altera poco a poco. In un tubo chiuso dopo qualche settimana si appanna e liquefà. Emette un particolare odore spiacevolissimo simile a quello dell'acido cianidrico.

Questa sostanza contiene gli elementi di una molecola di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3$, e di una molecola di solfocianuro di fenile $NCSC_6H_5$, ma dal suo modo di comportarsi giudica Hofmann, che si debba riguardare composta come la urea ordinaria:

$$N_2[H_4(CO)'']$$

nella quale il fosforo sostituisca un equivalente di azoto, lo zolfo sostituisca l'ossigeno, e dei quattro equivalenti d'idrogeno tre siano sostituiti dall'etile C_2H_5, ed uno dal fenile C_6H_5. Indi la denominazione e la formola poste in principio del presente capo (¹).

Sistema monoclino:

100, 001 = 61°. 2′ ; 010, 110 = 44°. 27′ ;

Forme osservate:

100, 010, 001, 110 (Fig. 9).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 010	=	90°. 0′	90°. 0′	010, 110	=	44°. 27′	44°. 27′
100, 001	=	61 . 2	60 . 53	001, 110	=	70 . 10	70 . 24
100, 110	=	45 . 33	45 . 33	110, $\bar{1}$10	=	88 . 54	88 . 54
010, 001	=	90 . 0					

Secondo Naumann:

b : c : : 1 : 0,8583 ; γ = 61°. 2′ ;

Forme osservate:

∞ P̶ ∞ ; ∞P̶ ∞ ; o P ; ∞ P .

Secondo Weiss:

a : b : : 1 : 0,8583 ; a o c = 118°. 58′ ;

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c ; ∞ a : b : ∞ c ; ∞ a : ∞ b : c ; a : b : ∞ c .

Secondo Levy:

M M = 88°. 54′ ; M P = 109°. 50′ ;

Forme osservate:

h′, *g*′, *P*, *M*.

Combinazioni:

110, 001 (Fig. 6) ;
110, 001, 100 (Fig. 7) ;
110, 001, 100, 010 (Fig. 8) .

I cristalli hanno abito di aghi quadrangolari, le cui faccie laterali sono assai brillanti. La faccia 001 è assai più appannata.

All'aria si appannano rapidamente, e diventano opachi, ma riacquistano splendore e trasparenza se rimessi tosto in un tubo chiuso, che ne contenga parecchi.

Sfaldature 100 assai facile, e 110 un po' fibrosa.

(¹) Da lettera privata dell'Hofmann.

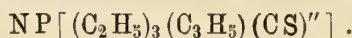
Colore giallo misto di verzigno.

Da embrioni di anelli visti alla luce polarizzata tra le faccie 110 si potè conchiudere, che il piano degli assi ottici contiene [010] asse cristallografico di simmetria, e che la bisettrice si trova nel piano di simmetria 010, ed è compresa tra la perpendicolare a 100, e la perpendicolare a 001.

Durezza prossima a quella del gesso.

Capo IV.

Urea solforata monoallilica trietilica ad azoto e fosforo.

$$NP[(C_2H_5)_3(C_3H_5)(CS)''] .$$

Hofmann ottiene questa urea combinando la trietilfosfina coll'essenza di mostarda, o solfo cianuro di allile $NCSC_3H_5$. Per evitare la troppa violenza della combinazione, si fa questa in presenza dell'etere, e si purifica allora agevolmente il prodotto della reazione, lavandolo con etere freddo, e sciogliendo poi con etere caldo, dal quale si ottengono con somma agevolezza bellissimi cristalli, i quali pervengono anche ad una lunghezza prossima ad un centimetro.

Fonde a 68° e si solidifica a 61°. A più alta temperie si scompone come l'urea fenilica. Alla temperie ordinaria si conserva inalterata, senza perdere del suo splendore e della sua trasparenza.

Essa contiene gli elementi di una molecola di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3$, e di una molecola di solfocianuro di allile $NCSC_3H_5$, ma per il suo modo di combinarsi con altri corpi la considera l'Hofmann come urea analoga alla fenilica testè descritta $NP[(CS)''(C_2H_5)_3(C_6H_5)]$ in cui al posto del fenile C_6H_5 abbiasi l'allile C_3H_5 (¹).

Sistema monoclino:

100, 101 = 35°. 42′; 010, 111 = 39°. 22′; 001, 101 = 29°. 3′;

Forme osservate:

100, 001, 110, $\bar{1}$01, $\bar{2}$01, $\bar{1}$12 (Fig. 15).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 001	=	64°. 45′	64°. 45′	110, $\bar{1}$10	=	47°. 33′	47°. 31′
100, 110	=	66 . 14	66 . 14	110, $\bar{1}$01	=	99 . 30	99 . 30
100, $\bar{1}$01	=	114 . 9	114 . 9	110, $\bar{2}$01	=	109 . 0	108 . 54
100, $\bar{2}$01	=	143 . 50	143 . 54	110, $\bar{1}$12	=	48 . 23	48 . 41
100, $\bar{1}$12	=	89 . 32	89 . 13	110, 11$\bar{2}$	=	48 . 52	48 . 34
001, 110	=	80 . 6	80 . 10	$\bar{1}$01, $\bar{2}$01	=	29 . 41	29 . 38
001, $\bar{1}$01	=	49 . 24	49 . 25	$\bar{1}$01, $\bar{1}$12	=	51 . 7	51 . 2
001, $\bar{2}$01	=	79 . 5	79 . 7	$\bar{2}$01, $\bar{1}$12	=	66 . 20	67 . 5
001, $\bar{1}$12	=	51 . 2	51 . 17	$\bar{1}$12, 11$\bar{2}$	=	87 . 31	87 . 55

Secondo Naumann:

$$a : b : c :: 0,8321 : 1 : 0,3984 \; ; \quad \gamma = 64°. 45' \; ;$$

(¹) Da lettera privata dell'Hofmann.

Forme osservate:

$$\infty P \infty, \quad oP, \quad \infty P, \quad P\infty, \quad 2P\infty, \quad \tfrac{1}{2}P.$$

Secondo Weiss:

$$a : b : c :: 1 : 0,3984 : 0,8321 \; ; \quad a o c = 115^{\circ}.\,15' \; ;$$

Forme osservate:

$$a : \infty b : \infty c \; ; \;\; \infty a : \infty b : c \; ; \;\; a : b : \infty c \; ; \;\; -a : \infty b : c \; ; \;\; -\tfrac{1}{2} a : \infty b : c \; ; \;\; -a : b : \tfrac{1}{2} c .$$

Secondo Levy:

$$MM = 47^{\circ}.\,33' \; ; \quad MP = 99^{\circ}.\,54' \; ; \quad b : h :: 1 : 0,7730 \; ;$$

Forme osservate:

$$h', \; P, \; M, \; a', \; a^{\frac{1}{2}}, \; b'.$$

Combinazioni osservate:

001, 100, 110	(Fig. 10) ;
001, $\bar{1}$01, 110	(Fig. 11) ;
100, 001, $\bar{1}$01, 110	(Fig. 12) ;
100, 001, $\bar{1}$01, 110; $\bar{1}$12	(Fig. 13) ;
100, 001, $\bar{1}$01, 110, $\bar{2}$01; $\bar{1}$12	(Fig. 14) .

I cristalli hanno talvolta abito di trimetrici come nella fig. 12, talvolta invece, come nelle fig. 10 e 11, hanno abito di lamelle parallele a 001, le quali non di rado sono assai allungate nella direzione [010].

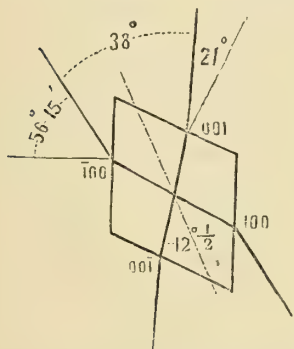
Le faccie $\bar{1}$12 sono quasi sempre rotondate, e sul goniometro danno luogo a più immagini, per cui dal quadro degli angoli appaiono divarî notevoli tra i risultati del calcolo, e le medie delle osservazioni riguardanti tali faccie. Si poterono tuttavia riconoscere bene le due zone indicate dalla fig. 15, sulle quali le faccie come $\bar{1}$12 sono collocate.

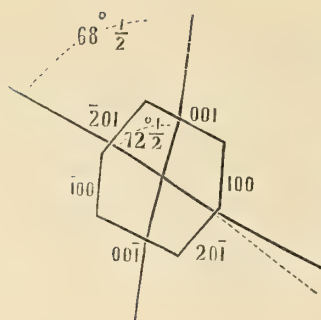
Lo sviluppo delle faccie $\bar{1}$12 non è sempre lo stesso: si osservarono parecchi cristalli come quelli della fig. 14, in cui delle quattro faccie della forma $\bar{1}$12 esistono solo le due fiancheggianti una delle faccie 001.

Le faccie $\bar{1}$01 sono talvolta rotondate.

Sfaldature 100 e 001 facili e nitide.

I cristalli contengono spesso nell'interno piccole cavità piene di liquido, che la sfaldatura sprigiona, e che emette fortissimo odore.

I cristalli sono otticamente negativi.

Gli assi ottici sono nel piano di simmetria, cioè 010. L'indice di rifrazione dei raggi, le cui vibrazioni sono parallele all'asse di simmetria [010], risultò 1,658 per un prisma di angolo di 64°. 45', di 1,658 e 1,645 per un angolo di 49°. 24' e di 1,666 per un angolo di 36°. 7'. Si può quindi conchiudere, che tale indice, il quale dei tre principali riesce l'intermedio, è $\beta = 1,657$.

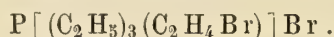
Gli assi ottici si veggono assai bene attraverso le faccie 001 e 100. L'angolo loro apparente è di 38°. Gli angoli fatti dagli assi ottici apparenti colle normali delle faccie 001 e 100 sono di 21° e di 56°. 15' giusta

parallele a 001, e collocandoli sopra un vetro dopo averne girata una di 180° rispetto all'altra.

Ammesso $\beta = 1,657$ se ne conchiuse che l'angolo interno degli assi ottici è di 72°. ½, e che la bisettrice fa angolo di 113°. 40′ colla normale a 100, vale a dire che essa è prossimamente normale a 1̄01. Si verificò direttamente tale conclusione con una lastra tagliata parallelamente a 010.

Si verificarono anche meglio le conclusioni precedenti per la osservazione dell'angolo degli assi ottici apparenti, l'adiacente figura. Essi vennero determinati sfaldando lamelle che emergevano in alcuni cristalli da 001 e 2̄01. L'osservazione diede per tale angolo 68°. ½ circa, mentre il calcolo fondato sui dati precedenti somministra 68°. 8′.

Capo V.

Bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico.

$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$.

Hofmann ottiene questo sale mescolando soluzioni eteree di trietilfosfina, e di bibromuro di etilene. Sciogliendo il precipitato nell'alcole assoluto, precipitandonelo poi coll'etere, e quindi ripetendo tale operazione alcune volte, si ottiene il sale abbastanza puro.

Solubilissimo nell'acqua, ed anche nell'alcole assoluto, insolubile nell'etere. Fonde e si scompone a 235°.

Questo sale risulta dalla riunione di un equivalente di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3$ con un equivalente di bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$, ed Hofmann lo considera come analogo ad un bromuro di ammonio NH_4Br, nel quale l'azoto sia sostituito dal fosforo, e dei quattro equivalenti di idrogeno tre siano sostituiti dall'etile C_2H_5, ed il quarto da un etile, in cui al posto di un equivalente di idrogeno sia un equivalente di bromo, cioè da C_2H_4Br, che si può denominare bromoetile. Ed infatti il nitrato di argento non precipita che la metà del bromo contenuto in questo sale, e lascia intatto il bromo contenuto nel bromoetile [1].

Sistema monometrico;

Forme osservate:

110 (Fig. 16).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
110, 1̄10	=	90°. 0′	89°. 45′	110, 101̄	=	60°. 0′	60°. 19′
110, 101	=	60 . 0	59 . 45	1̄10, 011	=	60 . 0	60 . 3
110, 011̄	=	60 . 0	60 . 4	11̄0, 101	=	60 . 0	60 . 4
110, 011	=	60 . 0	59 . 34				

[1] Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases*. Proceedings of the royal Society, vol. IX, p. 287.

I cristalli sono talvolta allungati in guisa da prendere aspetto di cristalli dimetrici (fig. 17). Altra volta (fig. 18) una delle faccie $\bar{1}10$ è per giunta tanto più sviluppata della parallela, in guisa che non esiste guari più della metà dei cristalli della fig. 17.

Sulle faccie scorgonsi talvolta vuoti a tramoggia, i cui lati sono paralleli agli spigoli del rombododecaedro.

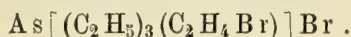
Splendore grasso.

Durezza minore di quella del gesso.

Si riconobbe, che i cristalli non influiscono sulla luce polarizzata.

Capo VI.

Bromuro di arsonio monobromoetilico trietilico.

$$As[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br.$$

Hofmann ottiene questo sale facendo digerire nell'alcole, ed a temperie non più elevata di 50 a 60°, trietilarsina $As(C_2H_5)_3$ e bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$ in grande eccesso.

È un po' meno solubile del bromuro, di cui al capo precedente.

La costituzione di questo sale è dall'Hofmann ritenuta analoga a quella del bromuro descritto nel precedente paragrafo, in cui al fosforo si sostituisca l'arsenico, ed analoga perciò al bromuro di ammonio NH_4Br in cui all'azoto si sostituisca l'arsenico, ed ai quattro equivalenti di idrogeno si sostituisca per tre equivalenti l'etile, e pel quarto equivalente il bromoetile [1].

Sistema monometrico;

Forme osservate:

110 (fig. 16).

Angoli		Calcolati	Osservati
$110, \bar{1}10$	=	90°. 0′	90°. 3′
110, 101	=	60 . 0	60 . 0
$110, 01\bar{1}$	=	60 . 0	60 . 8

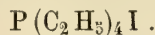
L'abito dei cristalli è talvolta affatto identico a quello del bromuro di fosfonio sopra descritto.

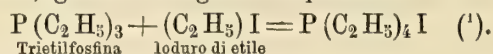
Si riconobbe pure, che i cristalli non influiscono sulla luce polarizzata.

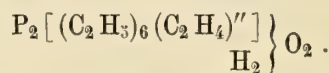
[1] Da lettera privata dell'Hofmann.

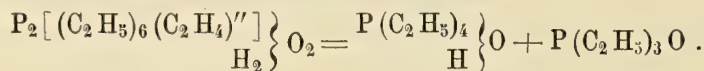
Capo VII.

Ioduro di fosfonio tetraetilico.

$$P(C_2H_5)_4I.$$

Si prepara questo bellissimo sale aggiungendo ad una soluzione eterea di trietilfosfina ioduro di etile, giusta la seguente equazione:

$$\underset{\text{Trietilfosfina}}{P(C_2H_5)_3} + \underset{\text{Ioduro di etile}}{(C_2H_5)I} = P(C_2H_5)_4I \quad (^1).$$

Si ricava pure questo sale dal biioduro di difosfonio monoetilenico exaetilico, di cui al capo XI, cioè $P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''\,]I_2$. A tale effetto col mezzo dell'ossido di argento si precipita l'iodio da una soluzione di questo biioduro; si ottiene sotto forma di liquido caustico un idrato di biossido corrispondente, cioè

$$\left.\begin{matrix} P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''\,] \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2 .$$

Scaldando quindi questo biidrato si ottengono parecchi prodotti, e ad un certo punto la scomposizione si fa in guisa da somministrare idrato di fosfonio tetraetilico, e ossido di trietilfosfina giusta la seguente equazione

$$\left.\begin{matrix} P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''\,] \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2 = \left.\begin{matrix} P(C_2H_5)_4 \\ H \end{matrix}\right\} O + P(C_2H_5)_3O .$$

L'idrato di fosfonio tetraetilico si converte poi in ioduro coll'acido iodidrico ([2]).

Solubilissimo nell'acqua, meno solubile nell'alcole, ed affatto insolubile nell'etere.

La costituzione di questo sale viene considerata come identica a quella del ioduro di ammonio NH_4I, in cui l'azoto sia sostituito dal fosforo, e l'idrogeno dall'etile.

Sistema romboedrico:

$$111, 100 = 59^\circ.\ 32'.$$

Forme osservate:

$$111,\ 10\bar{1},\ 100,\ 110,\ 210,\ 31\bar{1} \quad \text{(Fig. 79)}.$$

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
111, 10$\bar{1}$	= 90°. 0′	89°. 29′	10$\bar{1}$, 110	= 55 . 53	55 . 58
111, 100	= 59 . 32		10$\bar{1}$, 101	= 90 . 0	89 . 59
111, 110	= 40 . 22	40 . 22	10$\bar{1}$, 210	= 45 32	45 . 30
111, 210	= 44 . 28	44 . 28	10$\bar{1}$, 120	= 69 . 30	69 . 33
111, 31$\bar{1}$	= 63 . 0	63 . 2	10$\bar{1}$, 31$\bar{1}$	= 27 . 0	26 . 58
10$\bar{1}$, 01$\bar{1}$	= 60 . 0	60 . 7	10$\bar{1}$, 13$\bar{1}$	= 63 . 33	63 . 33
10$\bar{1}$, 100	= 41 . 43	41 . 44	100, 010	= 96 . 34	96 . 31
10$\bar{1}$, 010	= 90 . 0	90 . 20	100, 110	= 48 . 17	48 . 15

([1]) Hofmann e Cahours, *Recherches sur les Bases Phosphorées*. Ann. de Phys. et de Chim. 1857, tom. LI, pag. 19.

([2]) Da lettera privata dell'Hofmann.

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
100, 011	= 99 . 54		110, 1$\bar{1}$3	= 98 . 51	
100, 210	= 27 . 47	27 . 48	210, 120	= 41 . 0	40 . 54
100, 120	= 68 . 47	68 . 42	210, 201	= 41 . 0	
100, 021	= 99 . 16		210, 021	= 74 . 41	
100, 31$\bar{1}$	= 26 . 27	26 . 26	210, 012	= 88 . 56	
100, 13$\bar{1}$	= 76°. 42′	76°. 5′	210, 31$\bar{1}$	= 18 . 32	18 . 34
100, $\bar{1}$31	= 115 . 47		210, 13$\bar{1}$	= 50 . 30	
110, 101	= 68 . 14	68 . 3	210, $\bar{1}$31	= 89 . 20	
110, 210	= 20 . 30	20 . 27	31$\bar{1}$, 13$\bar{1}$	= 52 . 55	52 . 52
110, 201	= 57 . 3		31$\bar{1}$, 3$\bar{1}$1	= 52 . 55	52 . 59
110, 102	= 81 . 19		31$\bar{1}$, $\bar{1}$31	= 101 . 0	101 . 2
110, 31$\bar{1}$	= 32 . 16		31$\bar{1}$, $\bar{1}$13	= 126 . 0	126 . 4
110, 3$\bar{1}$1	= 69 . 46				

Secondo Naumann:

$$R = 83°.26' ;$$

Forme osservate:

$$oR, \quad \infty P2, \quad R, \quad -\tfrac{1}{2}R, \quad \tfrac{2}{3}P2, \quad \tfrac{4}{3}P2 .$$

Secondo Weiss:

$$a = 0,6793 ;$$

Forme osservate:

$\infty a : \infty a : \infty a : c$; $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$; $\infty a : a : a : c$; $\infty a' : a' : a' : \frac{1}{2}c$; $a : \frac{1}{2}a : a : \frac{1}{3}c$; $a : \frac{1}{2}a : a : \frac{2}{3}c$.

Secondo Levy:

$$PP = 83°.26' ;$$

Forme osservate:

$$a' , \quad d' , \quad P , \quad b' , \quad b^2 , \quad e_3 .$$

Combinazioni osservate:

31$\bar{1}$; 100, 10$\bar{1}$ (Fig. 80);
31$\bar{1}$, 111 ; 100 (Fig. 81);
31$\bar{1}$, 111, 10$\bar{1}$; 100 (Fig. 82);
31$\bar{1}$, 110, 100 ; 10$\bar{1}$, 210 (Fig. 83 e 84).
31$\bar{1}$, 100, 110 ; 10$\bar{1}$, 210, 111.

I cristalli preparati trattando la trietilfosfina coll'ioduro di etile mostrarono la forma delle fig. 83 e 84 talvolta arricchite di traccie di 111.

I cristalli invece preparati sottomettendo il bifosfonio idrato all'azione del calore mostrarono la forma della fig. 80 allorquando giallastri, e più grossi, quelle delle fig. 81 e 82 se bianchi puri e piccini.

È degno di nota l'irregolarità di sviluppo delle faccie del prisma 10$\bar{1}$ nei cristalli indicati dalla fig. 82. Questa irregolarità si manifestò in quasi tutti i cristalli di questo genere, i quali parevano aver aderito alle pareti del vaso, in cui la cristallizzazione si operava, per una delle faccie del prisma anormalmente estesa.

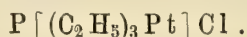
Cristalli assai nitidi. Splendore vivacissimo su tutte le faccie, meno quelle della base 111.

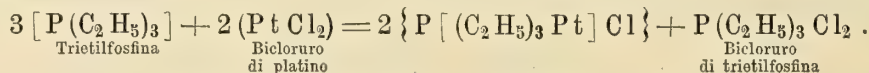
Cristalli otticamente positivi. Si ebbero gli indici di rifrazione misurando la deviazione minima attraverso le faccie della piramide esagonale $31\bar{1}$, che s'incontrano secondo uno spigolo parallelo alla base 111. Si trovò così per i raggi ordinarî $\omega = 1,660$, e per i raggi straordinarî $\varepsilon = 1,668$.

Durezza maggiore di quella del gesso.

Capo VIII.

Cloruro di fosfonio monoplatinico trietilico.

$$P[(C_2H_5)_3Pt]Cl.$$

Hofmann ottiene questo bellissimo sale nel modo seguente. Aggiungendo bicloruro di platino ad una soluzione alcoolica di trietilfosfina, e scaldando, si osserva che ad un certo punto la soluzione da gialla come era si scolora, e lascia raffreddandosi un deposito cristallino avente la composizione $P[(C_2H_5)_3Pt]Cl$, il quale si forma giusta la equazione

$$3\underset{\text{Trietilfosfina}}{[P(C_2H_5)_3]} + 2\underset{\text{Bicloruro di platino}}{(PtCl_2)} = 2\{P[(C_2H_5)_3Pt]Cl\} + \underset{\text{Bicloruro di trietilfosfina}}{P(C_2H_5)_3Cl_2}.$$

Trattando il deposito cristallino con etere, se ne scioglie una parte, e la soluzione eterea somministra i bei cristalli gialli da noi descritti. La parte insolubile nell'etere si scioglie per contro nell'alcole, e la soluzione alcoolica dà cristalli bianchi aventi la stessa composizione dei gialli. Il sale giallo si converte nel bianco se scaldato qualche tempo da 140° a 150°, e si direbbe che tra l'uno e l'altro vi siano relazioni analoghe a quelle del sale verde di Magnus NH_3PtCl col sale giallo di Peyrone, che gli è isomero, ed ha anche la composizione NH_3PtCl.

I cristalli gialli da noi descritti sono insolubili nell'acqua, difficilmente solubili nell'alcole, insolubili nell'etere. Fondono a 140° circa (¹).

Sistema monoclino:

100, 101 = 26°. 48′; 010, 111 = 59°. 38′; 001, $\bar{1}$01 = 31°. 28′;

Forme osservate:

001, 110, $\bar{1}$01, $\bar{1}$12 (Fig. 24).

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
001, 110 =	67°. 38′	67°. 38′	110, $\bar{1}$12 =	70°. 15′	70°. 12′
001, $\bar{1}$01 =	68 . 20	68 . 20	110, 11$\bar{2}$ =	65 . 35	65 . 32
001, $\bar{1}$12 =	46 . 47	46 . 50	$\bar{1}$01, $\bar{1}$12 =	45 . 18	45 . 21
110, $\bar{1}$10 =	92 . 40	92 . 40	$\bar{1}$12, 11$\bar{2}$ =	114 . 4	114 . 10
110, $\bar{1}$01 =	115 . 33	115 . 33			

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,1577 : 1 : 0,8909 ; $\gamma = 58°. 16'$;

(¹) Ricerche dell'Hofmann tuttora inedite.

Forme osservate:

$$oP, \quad \infty P, \quad \mathrm{P}\!\!\!\!-\infty, \quad \tfrac{1}{2}P .$$

Socondo Weiss:

$$a : b : c :: 1 : 0,8909 : 1,1577 ; \quad a\,o\,c = 121^\circ.44' ;$$

Forme osservate:

$$\infty a : \infty b : c ; \quad a : b : \infty c ; \quad -a : \infty b : c ; \quad -a : b : \tfrac{1}{2} c .$$

Secondo Levy:

$$MM = 92^\circ.40' ; \quad MP = 112^\circ.22' ; \quad b : h :: 1 : 0,8644 ;$$

Forme osservate:

P, M, a′, b′.

Combinazioni osservate:

110, 001 (Fig. 19);
110, 001; $\bar{1}12$ (Fig. 20);
110, 001, $\bar{1}12$, $\bar{1}01$ (Fig. 21).

La forma $\bar{1}12$ è quasi sempre incompleta: delle quattro faccie spettanti alla medesima manca talvolta una faccia sola, ma per lo più mancano due faccie non parallele. Le due faccie rimanenti sono ora ad uno dei capi del prisma 110, come nella fig. 23, ed ora l'una in alto e l'altra in basso, come nella fig. 22.

Sfaldature 110 un po' difficili, e non molto nitide.

Splendore vetroso vivace: i cristalli sono assai nitidi.

Colore giallo chiaro con lieve tinta verdiccia.

Cristalli otticamente negativi.

Gli assi ottici sono in un piano il quale è parallelo all'asse di simmetria [010], e la mediana principale è tra la perpendicolare a 001, e la perpendicolare a $\bar{1}02$.

Durezza minore di quella del gesso.

È noto come i cristalli monometrici di cloruro di ammoniaca NH_4Cl (') abbiano sovente abito di cristalli dimetrici. Se ora noi assumiamo cristalli contenenti quattro delle faccie del cubo 100, e otto delle faccie dell'icositetraedro 112, le quali siano disposte giusta quel che indica la fig. 25, avremo cristalli assai simili a quelli del cloruro di fosfonio monoplatinico trietilico indicati dalla fig. 21. Ecco infatti gli angoli delle due specie di cristalli:

NH_4Cl		$P[Pt(C_2H_5)_3]Cl$	
100, 010	= 90°. 0′	110, $\bar{1}10$	= 92°. 40′
100, $1\bar{1}2$	= 65 . 54	110, 001	= 67 . 38
100, 112	= 65 . 54	110, $\bar{1}12$	= 70 . 15
100, $1\bar{1}\bar{2}$	= 65 . 54	110, $10\bar{1}$	= 64 . 27
100, $11\bar{2}$	= 65 . 54	110, $11\bar{2}$	= 65 . 35
$1\bar{1}2$, 112	= 48 . 12	001, $\bar{1}12$	= 46 . 47
$1\bar{1}\bar{2}$, $11\bar{2}$	= 48 . 12	$10\bar{1}$, $11\bar{2}$	= 45 . 18
$1\bar{1}2$, $1\bar{1}\bar{2}$	= 109 . 28	001, $10\bar{1}$	= 111 . 40
112, $11\bar{2}$	= 109 . 28	$\bar{1}12$, $11\bar{2}$	= 114 . 4

(') Rammelsberg, *Handbuch der Krystallographischen Chemie.* Berlin 1855, pag. 41.

Capo IX.

Bromuro di fosfonio monobromoetilico trimetilico.

$P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$.

Hofmann prepara questo sale seguendo una via identica a quella indicata al capo V per preparare il corrispondente sale etilico. Si mescolano soluzioni eteree di trimetilfosfina $P(CH_3)_3$ e di bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$, le quali reagiscono vivacissimamente. Si scioglie il precipitato nell'alcole, e quindi si precipita coll'etere, e si giunge dopo qualche ripetizione dell'operazione ad un sale puro.

Proprietà analoghe a quelle del bromuro del capo V.

Costituzione anche analoga a quella di $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$, non correndo altro divario se non che i tre equivalenti di etile C_2H_5 sono sostituiti da altrettanti equivalenti di metile CH_3 (¹).

Sistema trimetrico:

$$100, 110 = 60°. 24' ; \quad 001, 101 = 22°. 9' .$$

Forme osservate:

100, 010, 001, 110, 211 (Fig. 85).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 010	=	90°. 0'	90°. 2'	001, 211	=	47°. 19'	47°. 17'
100, 001	=	90 . 0	89 . 58	110, $\bar{1}$10	=	59 . 12	59 . 12
100, 110	=	60 . 24	60 . 26	110, 211	=	45 . 59	45 . 45
100, 211	=	56 . 30	56 . 27	110, $\bar{2}$11	=	81 . 23	81 . 21
010, 001	=	90 . 0	90 . 6	211, $\bar{2}$11	=	67 . 0	67 . 6
010, 110	=	29 . 36	29 . 36	211, 2$\bar{1}$1	=	58 . 7	58 . 10
010, 211	=	60 . 56	60 . 55	211, $\bar{2}\bar{1}$1	=	94 . 39	94 . 34
001, 110	=	90 . 0	89 . 55				

Secondo Naumann:

$$a : b : c :: 0,4071 : 1 : 0,5681 ;$$

Forme osservate:

$$\infty \breve{P} \infty , \quad \infty \bar{P} \infty , \quad oP , \quad \infty P , \quad 2 \breve{P} 2 .$$

Secondo Weiss:

$$a : b : c :: 1 : 0,5681 : 0,4071 ;$$

Forme osservate:

$$a : \infty b : \infty c ; \quad \infty a : b : \infty c ; \quad \infty a : \infty b : c ; \quad a : b : \infty c ; \quad \tfrac{1}{2} a : b : c .$$

Secondo Levy:

$$MM = 120°. 48' ; \quad b : h :: 1 : 0,3539 ;$$

Forme osservate:

$$g' , \quad h' , \quad P , \quad M , \quad e_3 .$$

(¹) Da lettera privata dell' Hofmann.

Combinazioni osservate:

100, 010, 001; 110 (Fig. 86);
100, 010, 001; 110, 211 (Fig. 87);
110, 001; 100 (Fig. 88);
110, 001; 100, 010, 211 (Fig. 89);
001, 010, 211 (Fig. 90).

I cristalli hanno abito di tavole talvolta rettangolari come nelle fig. 86 e 87, ma più spesso romboidali come nelle fig. 88 e 89, od esagone come nella fig. 90.

Altre volte sono invece allungati nella direzione [001] e spesso si osserva allora una rimarchevole ineguaglianza nello sviluppo delle faccie. Le fig. 91 e 92 e le fig. 93 e 94 ne somministrano due rimarchevolissimi esempi. Si è osservato, che nel cristallo delle fig. 91 e 92 la faccia $\bar{1}\bar{1}0$ era men piana ed alcun po' a tramoggia, e che lo stesso fenomeno si mostrava sulla faccia $\bar{1}00$ del cristallo indicato colle fig. 93 e 94, come se tali faccie fossero quelle, per cui il cristallo aderiva alle pareti del vaso nel quale si operò la cristallizzazione.

Le faccie della forma 211 sono spesso molto inegualmente sviluppate, e di frequente alcune mancano. Il cristallo delle fig. 91 e 92 e quello delle fig. 93 e 94 non avevano che due delle otto faccie della forma 211, le quali fossero un po' ampie: le altre od erano appena indicate, o mancavano affatto mostrando la emiedria detta indeterminata dallo Scacchi.

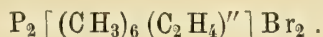
Le faccie 001 hanno splendore vetroso traente al perlaceo. Le altre faccie hanno splendore meno vivo, e traente al grasso. Le faccie 211 somministrano in generale più immagini.

Sfaldatura 001 facile e discretamente perfetta. Sfaldature 110 facili e fibrose; sfaldatura 100 meno chiara.

Gli assi di elasticità ottica sono per ordine di grandezza [001], [100], [010].

Capo X.

Bibromuro di difosfonio monoetilenico exametilico.

$$P_2[(CH_3)_6(C_2H_4)''] Br_2 .$$

Hofmann ottenne una volta questo sale trattando il bibromuro di etilene $C_2H_4Br_2$ con grande eccesso di trimetilfosfina $P(CH_3)_3$. Sciogliendo quindi nell'alcole, e lasciando svaporare all'aria si ottennero i cristallini qui descritti. Malgrado tutti gli sforzi non si riescì ad ottenere una seconda volta cristalli della stessa natura ben formati.

Assai solubile nell'acqua e nell'alcole, insolubile nell'etere.

La costituzione di questo sale si ritiene dall'Hofmann come analoga a quella di un bibromuro di ammonio biatomico $N_2H_8Br_2$ in cui l'azoto sia sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno, sei siano sostituiti da altrettanti equivalenti di metile CH_3, e due da un equivalente di etilene C_2H_4, il quale è qui biatomico [1].

[1] Da una lettera privata dell'Hofmann.

Sistema monoclino:

100, 101 = 17°. 45′; 010. 111 = 57°. 47′; 001, 101 = 20°. 4′.

Forme osservate:

001, 110, $\bar{1}$01 (Fig. 96).

Angoli		Calcolati	Osservati
001, 110	=	58°. 22′	58°. 22′
001, $\bar{1}$01	=	80 . 52	80 . 50
110, $\bar{1}$10	=	83 . 13	83 . 12
110, $\bar{1}$01	=	108 . 35	108 . 33

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,1255 : 1 : 0,5445; γ = 37°. 49′;

Forme osservate:

oP, ∞P, P∞.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,5445 : 1,1255; a o c = 142°. 11′;

Forme osservate:

∞a : ∞b : c; a : b : ∞c; — a : ∞b : c.

Secondo Levy:

MM = 83°. 13′; MP = 121°. 38′; b : h : : 1 : 0,9884;

Forme osservate:

P, M, a′.

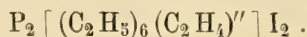
Combinazioni osservate:

110, 001 (Fig. 95).

La faccia $\bar{1}$01 non si osservò direttamente, ma si ottenne colla sfaldatura. V'ha anche una sfaldatura 001 nitida e facile come la precedente.

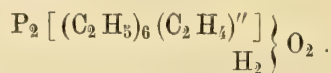
Capo XI.

Biioduro di difosfonio monoetilenico exaetilico.

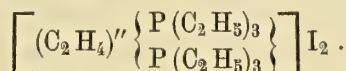
$$P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] I_2 .$$

Hofmann ad ottenere questo sale lascia digerire in presenza dell'alcole bibromuro di etilene e trietilfosfina nella proporzione di un equivalente del primo e due della seconda. Si ottiene in tal guisa il bibromuro di difosfonio monoetilenico exaetilico giusta la equazione

$$C_2H_4Br_2 + 2 [P(C_2H_5)_3] = P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] Br_2 .$$

Sciogliendo quindi la massa cristallina così ottenuta nell'acqua, trattando con ossido di argento, e filtrando il bromuro di argento, si ha il biidrato di biossido di difosfonio monoetilenico exaetilico

$$\left. \begin{matrix} P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] \\ H_2 \end{matrix} \right\} O_2 .$$

Saturata quindi la dissoluzione alcalina del biidrato con acido iodidrico si ottiene il biioduro qui descritto, il quale cristallizza facilmente per poco che si concentri la soluzione. Ridisciogliendo con acqua bollente e lasciando raffreddare si ottengono lunghi aghi determinabili.

Hofmann ritiene, che questo sale abbia una costituzione analoga a quella di un biioduro di ammonio biatomico $N_2 H_8 I_2$ in cui l'azoto sia sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno, sei siano sostituiti da altrettanti equivalenti di etile $C_2 H_5$, e due da un equivalente di etilene $C_2 H_4$. Inoltre osserva l'Hofmann come l'etilene biatomico in questo e negli altri sali biatomici, che nella memoria si descrivono, sia come il cemento il quale avvinghia due molecole di trietilfosfina in guisa da produrre composti stabili, ed a meglio esprimere la sua idea rappresenta il biioduro, di cui ragioniamo, colla formola

$$\left[(C_2 H_4)'' \left\{ \begin{matrix} P(C_2 H_5)_3 \\ P(C_2 H_5)_3 \end{matrix} \right\} \right] I_2 .$$

100 parti di acqua bollente sciolgono 458 parti del sale, e 100 di acqua a 12° ne ritengono solo 3 parti.

Poco solubile nell'alcole, ed insolubile nell'etere.

Fonde a 231° senza alterarsi (¹).

Sistema trimetrico:

100, 110 = 60°. 18′; 001, 101 = 45°. 9′;

Forme osservate:

110, 101 (Fig. 29).

Angoli		Calcolati	Osservati
110, $\bar{1}$10	=	59°. 24′	59°. 22′
110, 101	=	69 . 26	69 . 21
101, $\bar{1}$01	=	90 . 18	90 . 16

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,0052 : 1 : 0,5704 ;

Forme osservate:

∞P, $\breve{P}\infty$.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,5704 : 1,0052 ;

Forme osservate:

a : b : ∞c ; a : ∞b : c .

Secondo Levy:

M M = 120°. 36′ ; b : h : : 1 : 0,8732 ;

Forme osservate:

M, e′.

(¹) Da lettera privata dell'Hofmann. Vedi anche *Researches on the Phosphorus Bases.* Proceedings of the Roy. Soc. 24 febbr. 1859.

Combinazioni osservate:

110, 101 (Fig. 26 e 27);

110, 101 con altre faccie rotondate, come nella fig. 28, di cui non si riescì a determinare il simbolo.

Le faccie 110 sono talvolta assai inegualmente sviluppate come nella fig. 27.

I cristalli hanno abito di aghi allungati nella direzione [010] i quali se piccini sono trasparenti, ma sono lattiginosi e vuoti all'interno se più grossi.

Sfaldature 110, 101 facili e nitide.

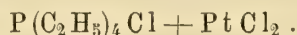
Le faccie 110 hanno splendore vetroso: le faccie 101 lo hanno invece perlaceo.

I cristalli come quelli della fig. 27, e sono così in maggior numero, hanno abito monoclino, ma le misure degli angoli 110, 101 e $\bar{1}10$, $\bar{1}01$ diedero risultati sì vicini, da non confermare questo dubbio. Inoltre il piano di polarizzazione della luce passante per le faccie 101, $\bar{1}0\bar{1}$ ovvero $10\bar{1}$, $\bar{1}01$ parallelamente allo spigolo [010] del prisma fatto da esse faccie non cangia, locchè non succederebbe ove l'asse cristallografico [010] non fosse perpendicolare agli altri due.

L'angolo 101, $10\bar{1}$ è sì vicino a 90°, che i cristalli si potrebbero ritenere come dimetrici emiedri. Noi però nol crediamo probabile, giacchè non si trovarono che le due sfaldature 110, $\bar{1}10$ invece delle quattro corrispondenti al sistema dimetrico, ed inoltre le misure dell'angolo 101, $\bar{1}01$ diedero sempre un risultato maggiore dell'angolo retto.

Capo XII.

Cloroplatinato di fosfonio tetraetilico.

$$P(C_2H_5)_4Cl + PtCl_2 .$$

Trattando una soluzione di ioduro di fosfonio tetraetilico $P(C_2H_5)_4I$ con ossido di argento, se ne precipita tutto lo iodio, e la soluzione filtrata contiene un corrispondente ossido di fosfonio tetraetilico. Aggiungendo acido cloridrico l'ossido si converte in cloruro, ed aggiungendo ancora bicloruro di platino si ottiene un precipitato, che è appunto il cloroplatinato, del quale ragioniamo.

Solubile con difficoltà nell'acqua bollente, insolubile nell'alcole e nell'etere [1].

Sistema monometrico;

Forme osservate:

100, 111 (Fig. 34).

Angoli		Calcolati	Osservati
001, 111	=	54°. 44′	54°. 40′
111, $11\bar{1}$	=	70 . 32	70 . 36

Le faccie del cubo 100 sono assai brillanti: quelle dell'ottaedro 111 presentano spesso delle cavità a tramoggia.

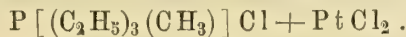
Niuna influenza sulla luce polarizzata.

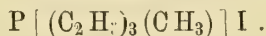
Colore arancio rosso.

[1] Hofmann e Cahours, *Recherches sur les bases phosphorées*. Ann. de Chim. et de Phys. 1857, tom. LI, pag. 21.

Capo XIII.

Cloroplatinato di fosfonio monometilico trietilico.

$$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]Cl + PtCl_2 .$$

Ad una soluzione eterea di trietilfosfina aggiungendo ioduro di metile ottiensi ioduro di fosfonio monometilico trietilico, cioè:

$$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]I .$$

Separando poscia l'iodio con ossido di argento, ottiensi in soluzione un ossido di fosfonio monometilico trietilico, il quale si converte in cloruro coll'acido cloridrico. Aggiungendo finalmente alla soluzione di questo cloruro del bicloruro di platino si ha un precipitato, che è appunto il cloroplatinato, del quale ragioniamo.

Solubile nell'acqua bollente, insolubile nell'alcole e nell'etere [1].

Sebbene gli autori di questo sale indichino nella loro Memoria, che esso è in cuboottaedri, si credette tuttavia necessario il verificare questa asserzione mediante misure di angoli, ed esame dei caratteri ottici.

Sistema monometrico;

Forme osservate:

100, 111.

Angoli		Calcolati	Osservati
$111, 11\bar{1}$	=	70°. 32′	70°. 26′
$11\bar{1}, \bar{1}1\bar{1}$	=	70 . 32	71 . 0
$\bar{1}1\bar{1}, \bar{1}11$	=	70 . 32	70 . 45
$\bar{1}11, 111$	=	70 . 32	70 . 20
100, 111	=	54 . 44	54 . 15

Si trovano ottaedri (fig. 32), e cuboottaedri (fig. 33), ma le faccie del cubo sono poco sviluppate.

Le faccie mostrano talvolta vuoti a tramoggia.

Sfaldatura 111.

Niuna influenza sulla luce polarizzata.

Colore arancio rossigno - Splendore vivo.

Capo XIV.

Cloroplatinato di fosfonio monoossietilico trietilico.

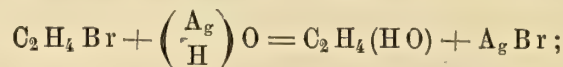
$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_5O)]Cl + PtCl_2 .$$

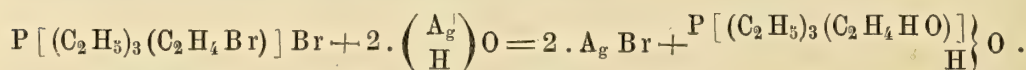
Ad ottenere ed intendere questo sale procede e ragiona l'Hofmann come segue:

Trattando con ossido di argento il bromuro di fosfonio bromoetilico trietilico, di cui al capo V, si precipita non solo il bromo, che ivi è combinato al fosfonio

[1] Hofmann e Cahours, *Recherches sur les bases phosphorées*. Ann. de Chim. et de Phys. 1857, tom. LI, pag. 31.

bromoetilico trietilico $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]$, ma ben anco il bromo contenuto nel bromoetile C_2H_4Br del fosfonio. Al bromo di questo bromoetile si sostituisce in tale reazione HO cioè il residuo dell'acqua H_2O, giusta la equazione

$$C_2H_4Br + \left(\begin{matrix}A_g \\ H\end{matrix}\right)O = C_2H_4(HO) + A_gBr;$$

si ha così nella dissoluzione l'idrato dell'ossido di un fosfonio, la cui costituzione e completa formazione è indicata dalla equazione

$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + 2.\left(\begin{matrix}A_g \\ H\end{matrix}\right)O = 2.A_gBr + \left.\begin{matrix}P[(C_2H_5)_3(C_2H_4HO)] \\ H\end{matrix}\right\}O.$$

Il fosfonio, di cui si ha così l'ossido idrato, si può ritenere come analogo al fosfonio tetraetilico $P(C_2H_5)_4$, in uno dei cui equivalenti di etile C_2H_5 un atomo di idrogeno H sia sostituito dal residuo dell'acqua, cioè da HO. Il nuovo radicale $C_2H_4HO = C_2H_5O$ potrà dirsi ossietile, e monoossietilico trietilico si dirà il fosfonio ottenuto.

Aggiungendo acido cloridrico alla soluzione dell'ossido idrato, lo si converte nel cloruro corrispondente, ed aggiungendo ancora bicloruro di platino, si ha il cloroplatinato, che imprendiamo a descrivere.

Insolubile nell'alcole e nell'etere. Mediocremente solubile nell'acqua calda, da cui cristallizza senza scomporsi (').

Sistema monometrico;

Forme osservate:

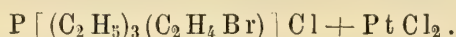
111 (Fig. 35).

Angoli		Calcolati	Osservati
$111, 11\bar{1}$	=	70°. 32′	70°. 7′
$11\bar{1}, \bar{1}1\bar{1}$	=	70 . 32	70 . 33
$\bar{1}1\bar{1}, \bar{1}11$	=	70 . 32	70 . 16
$\bar{1}11, 111$	=	70 . 32	71 . 4
$111, \bar{1}1\bar{1}$	=	109 . 28	109 . 32
$\bar{1}11, 11\bar{1}$	=	109 . 28	109 . 44

Gli ottaedri sono minutissimi, e non mostrano influenza sulla luce polarizzata. Colore arancio.

Capo XV.

Cloroplatinato di fosfonio monobromoetilico trietilico.

$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Cl + PtCl_2.$$

Hofmann prepara questo sale aggiungendo alla dissoluzione di $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$, di cui al capo V, nitrato di argento in guisa da precipitare il bromo combinato col fosfonio trietilico bromoetilico. Filtrando, e precipitando con acido cloridrico l'argento si ottiene un cloruro corrispondente al predetto bromuro, ed aggiungendo alla soluzione

(') Da lettera privata dell'Hofmann.

filtrata una soluzione di bicloruro di platino si ha un precipitato, che è appunto il cloroplatinato del quale ragioniamo. Sciogliendolo con acqua bollente, ed anche meglio con acido cloridrico, si hanno col raffreddamento bellissimi aghi (¹).

Sistema monoclino:

100, 101 = 55°. 59′; 010, 111 = 60°. 37′; 001, 101 = 33°. 3′;

Forme osservate:

100, 010, 110, 101, $\bar{1}01$, 011, 111, $\bar{1}11$, $\bar{2}11$ (Fig. 70).

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
100, 010	= 90°. 0′		101, $\bar{1}01$	= 66°. 41′	66°. 49′
100, 110	= 45 . 55	45°. 57′	101, 011	= 46 . 6	46 . 2
100, 101	= 55 . 59	55 . 51	101, 111	= 29 . 23	29 . 18
100, $\bar{1}01$	= 122 . 40	122 . 40	101, $\bar{1}11$	= 69 . 54	
100, 011	= 89 . 12	89 . 12	101, $\bar{2}11$	= 86 . 42	
100, 111	= 60 . 50	61 . 1	$\bar{1}01$, 011	= 46 . 28	46 . 24
100, $\bar{1}11$	= 117 . 56	117 . 50	$\bar{1}01$, 111	= 69 . 49	
100, $\bar{2}11$	= 137 . 4	136 . 54	$\bar{1}01$, $\bar{1}11$	= 29 . 46	
010, 110	= 44 . 5		$\bar{1}01$, $\bar{2}11$	= 29 . 36	
010, 101	= 90 . 0		011, 01$\bar{1}$	= 111 . 38	111 . 37
010, $\bar{1}01$	= 90 . 0		011, 111	= 28 . 22	28 . 11
010, 011	= 55 . 49	55 . 49	011, $\bar{1}1\bar{1}$	= 109 . 11	
010, 111	= 60 . 37		011, $\bar{1}11$	= 28 . 44	28 . 36
010, $\bar{1}11$	= 60 . 14		011, 11$\bar{1}$	= 108 . 36	
010, $\bar{2}11$	= 67 . 30		011, $\bar{2}11$	= 47 . 52	47 . 42
110, $\bar{1}10$	= 88 . 11	88 . 7	011, 21$\bar{1}$	= 103 . 56	
110, 101	= 67 . 6	67 . 8	111, $\bar{1}1\bar{1}$	= 121 . 14	121 . 23
110, $\bar{1}01$	= 112 . 3	111 . 53	111, $\bar{1}11$	= 57 . 7	56 . 49
110, 011	= 65 . 35	65 . 29	111, 11$\bar{1}$	= 93 . 12	
110, 01$\bar{1}$	= 66 . 48	66 . 50	111, $\bar{2}11$	= 76 . 14	75 . 53
110, 111	= 46 . 15	46 . 6	111, 21$\bar{1}$	= 82 . 5	
110, $\bar{1}1\bar{1}$	= 89 . 14		$\bar{1}11$, 11$\bar{1}$	= 120 . 28	
110, $\bar{1}11$	= 88 . 15		$\bar{1}11$, $\bar{2}11$	= 19 . 7	19 . 4
110, 11$\bar{1}$	= 46 . 57		$\bar{1}11$, 21$\bar{1}$	= 124 . 23	
110, $\bar{2}11$	= 103 . 33		$\bar{2}11$, 21$\bar{1}$	= 134 . 59	
110, 21$\bar{1}$	= 38 . 21				

Secondo Naumann:

a : b : c : : 0,6580 : 1 : 0,9685 ; γ = 89°. 2′ ;

Forme osservate:

$\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$, ∞P , $-\bar{P} \infty$, $\bar{P} \infty$, $\breve{P} \infty$, $-P$, P , $2 \bar{P} 2$.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,9685 : 0,6580 ; a o c = 90°. 58′ ;

(¹) Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases.* Proceedings of the Royal Society, vol. IX, pag. 287.

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c ;   ∞ a : b : ∞ c ;   a : b : ∞ c ;   a : ∞ b : c ;
— a : ∞ b : c ;   ∞ a : b : c ;   a : b : c ;   — a : b : c ;   — $\frac{1}{2}$a : b : c .

Secondo Levy:

M M = 88°. 11′ ;   M P = 90°. 40′ ;   b : h : : 1 : 0,4726 ;

Forme osservate:

h′ , g′ , M , o′ , a′ , e′ , $d^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{2}}$, a_3 .

Combinazioni osservate:

110, 011 ; 100, $\bar{1}$11, $\bar{1}$01 (Fig. 71) ;
110, 011, 100 ; 101, $\bar{1}$01 (Fig. 77 e 78) ;
110, 011 ; 100, $\bar{1}$11, $\bar{2}$11, $\bar{1}$01 (Fig. 72) ;
110, $\bar{1}$11 ; 100, $\bar{1}$01, 011, 111 (Fig. 73) ;
110, 011 ; 100, $\bar{1}$11, $\bar{2}$11, 111, 101 (Fig. 74) ;
110, 011, 100 ; 010, 011, $\bar{1}$01, $\bar{2}$11 (Fig. 75 e 76).

I cristalli hanno abito di prismi allungati nella direzione [001]. Le faccie della forma 011 sono spesso assai inegualmente sviluppate, come appare dall'esempio indicato nelle fig. 75 e 76, ed in quello delle fig. 77 e 78. Le forme 111, $\bar{1}$11 e $\bar{2}$11 non hanno sempre in tali casi tutte le loro faccie, come mostra l'esempio delle fig. 75 e 76 per la forma $\bar{2}$11.

Sfaldature 100, 110.

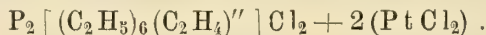
Splendore vetroso vivace.

Il piano degli assi ottici è parallelo all'asse di simmetria [010], giacchè attraverso le faccie del prisma 110 scorgonsi anelli, i cui centri sono simmetricamente disposti rispetto a [010], e sono collocati in un piano più prossimo a 100, che non a 001. La mediana principale è perpendicolare a [010].

Colore arancio volgente al giallo negli aghi minuti, ed al rosso nei cristalli più grossi.

Capo XVI.

Cloroplatinato di difosfonio monoetilenico exaetilico.

$$P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] Cl_2 + 2 (PtCl_2) .$$

Hofmann prepara questo sale precipitando per mezzo dell'ossido di argento l'iodio contenuto in una soluzione del biioduro di cui al capo XI, cioè $P_2 [(C_2H_5)_6 (C_2H_4)''] I_2$. Trattando poi la soluzione con acido cloridrico, ed aggiungendo bicloruro di platino, si ottiene un precipitato, che è il cloroplatinato qui descritto. Sciogliendolo in acido cloridrico concentrato, e lasciando raffreddare si ottiene in aghi determinabili (¹).

Sistema monoclino:

100, 001 = 82°. 36′ ;

(¹) Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases*. Proceedings of the Roy. Soc. 24 feb. 1859.

Forme osservate:

100, 010, 001 (Fig. 37).

Angoli		Calcolati	Osservati
100, 010	=	90°. 0′	90°. 3′
100, 001	=	82 . 36	82 . 36
010, 001	=	90 . 0	89 . 57

Secondo Naumann:

$\gamma = 82°. 36'$;

Forme osservate:

∞ P̶ ∞ , ∞ P̀ ∞ , o P .

Secondo Weiss:

a o c = 97°. 24′ ;

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c ; ∞ a : b : ∞ c ; ∞ a : ∞ b : c .

Secondo Levy:

h′P = 97°. 24′ ;

Forme osservate:

h′ , g′ , P .

Combinazione osservata:

100, 010, 001 (Fig. 36).

I cristalli hanno abito di aghi assai allungati nella direzione [010], i quali senza il soccorso dei caratteri ottici si scambierebbero per trimetrici. Sono vuoti all' interno, se le loro dimensioni giungono a mezzo millimetro, ed il vuoto ha foggia di piramide a tramoggia, cui è base 010, e che scende fino al centro del cristallo, in guisa che la faccia 010 si riduce spesso ad esilissimo anello parallelogrammico. La punta opposta del cristallo è irregolare, come se per essa avesse il cristallo aderito alle pareti del vaso, nel quale ebbe luogo la cristallizzazione.

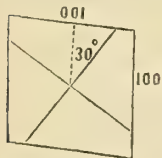
La faccia 001 è sovente alquanto più ampia di 100, ed i cristalli pigliano allora abito di lamelle.

Sfaldature 100, 010, 001 nitide e facili, specialmente 010.

Cristalli otticamente negativi. Il primo degli assi ottici è parallelo alla linea di simmetria [010] e la mediana principale è perpendicolare a tale linea, e fa angolo di circa 30° colla normale alla faccia 001. Infatti in una lastra parallela a 010 la luce si estingue nelle direzioni indicate nella adiacente figura, e tra esse la linea prossima alla bisettrice dell' angolo 100, 001 si mostra col quarzo di maggiore elasticità. Inoltre si veggono gli anelli attraverso le faccie 001 ed in un piano parallelo alla linea di simmetria [010] ed assai inclinato alla normale a tale faccia. L' angolo degli assi ottici visti in tal guisa attraverso le faccie 001 appare prossimo a 110°.

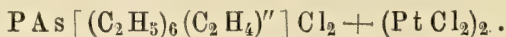
001

30°

100

Splendore vetroso vivace. Colore arancio assai bello.

Capo XVII.

Cloroplatinato di fosfarsonio monoetilenico exaetilico.

$$PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)''] Cl_2 + (PtCl_2)_2 .$$

Hofmann ad ottenere questo sale fa digerire durante 24 ore, in un tubo suggellato, ed alla temperie di 100°, la trietilarsina col bromuro di fosfonio bromoetilico trietilico. Si ha così una massa salina, che è un bibromuro di fosfarsonio monoetilenico exaetilico, giusta la seguente equazione

$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br + As(C_2H_5)_3 = PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Br_2 .$$

Trattando questo bibromuro a freddo (chè a caldo la reazione dà risultati affatto diversi) coll'ossido di argento, si precipita il bromo, e lo si converte in un ossidrato corrispondente, il quale alla sua volta si cangia in cloruro coll'aggiunta dell'acido cloridrico, e somministra quindi il cloroplatinato qui descritto, ove gli si aggiunga bicloruro di platino.

Quasi insolubile nell'acqua; solubile nell'acido cloridrico bollente, dal quale si depone per raffreddamento in cristalli determinabili ([1]).

Sistema triclino:

100, 010 = 81°. 52' ; 100, 001 = 88°. 14' ; 010, 001 = 89°. 9' ;
100, $\bar{1}$11 = 120°. 18' ; 010, $\bar{1}$11 = 64°. 4' ;

Forme osservate:

100, 010, 001, 011, 02$\bar{1}$, $\bar{1}$11 (Fig. 50).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 010	=	81°. 52'	81°. 52'	010, $\bar{1}$11	=	64°. 4'	63°. 53'
100, 001	=	88 . 14	88 . 14	001, 011	=	36 . 6	
100, 011	=	83 . 48	83 . 52	001, 02$\bar{1}$	=	123 . 34	123 . 38
100, 02$\bar{1}$	=	84 . 14		001, $\bar{1}$11	=	46 . 54	46 . 37
100, $\bar{1}$11	=	120 . 18	120 . 18	011, 02$\bar{1}$	=	87 . 29	
010, 001	=	89 . 9	89 . 9	011, $\bar{1}$11	=	36 . 30	
010, 011	=	53 . 3		02$\bar{1}$, $\bar{1}$11	=	91 . 15	
010, 02$\bar{1}$	=	34 . 25	34 . 28				

Secondo Naumann:

a : b : c : : 0,8533 : 1,1689 : 1

$\alpha = 81°. 53'$; $\beta = 88°. 20'$; $\gamma = 90°. 36'$;

Forme osservate:

$\infty \bar{P} \infty$; $\infty \check{P} \infty$; oP ; $\check{P}' \infty$; $2 \check{P}_{,} \infty$; P' .

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 1,1689 : 0,8533

aob = 98°. 7' ; boc = 90°. 36' ; coa = 91°. 40' ;

([1]) Da lettera privata dell'Hofmann.

Forme osservate:

$a:\infty b:\infty c$; $\infty a:b:\infty c$; $\infty a:\infty b:c$; $\infty a:b:c$; $\infty a:b:-2c$; $-a:b:c$.

Secondo Levy:

$$MT = 98°.\,8'\,;\quad MP = 90°.\,51'\,;\, PT = 91°.\,46'$$
$$D:F:H::1:1,1689:0,8533\,;$$

Forme osservate:

$$T,\ M,\ P,\ d',\ c^{\frac{1}{2}},\ e'.$$

Combinazioni:

100, 010, 001 (Fig. 46);
100, 010, 001; $\bar{1}11$ (Fig. 47);
100, 010, 001; $\bar{1}11$, $02\bar{1}$
100, 010, 001; $\bar{1}11$, $02\bar{1}$, 011 (Fig. 48).

Geminati ad asse di geminazione [001] fig. 49. Si potè accertare per osservazioni di zone e misure di angoli, che l'asse di geminazione è veramente parallelo allo spigolo [001], e non perpendicolare ad una faccia del sistema cristallino. Infatti nel geminato della fig. 49 la sola zona [001] è comune ai due gemelli, ed inoltre le faccie $\bar{1}00$ e ($\bar{1}00$) dei due gemelli, come pure 010 e ($0\bar{1}0$) si mostrarono prossimamente parallele.

Nel geminato della fig. 49 la linea di congiunzione dei gemelli sulle faccie 010 è parallela a [001], ma se ne rinvenne un altro, in cui la linea di congiunzione è quasi perpendicolare a [001], ed il cui abito è quindi assai diverso dal geminato della fig. 49.

I cristalli hanno abito di piccolissimi prismi talvolta allungati nella direzione [001].

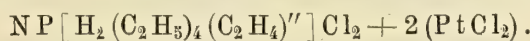
Sfaldature 100 e 001 nitide, e così facili, che talvolta si manifestano durante la misura forse a cagione del calore irradiante dalla faccia, che per la estrema piccolezza dei cristalli è forza avvicinar loro di moltissimo.

Colore arancio rossigno.

Nei geminati, come quelli della fig. 49, esaminati al microscopio polarizzatore normalmente a 010, il piano di polarizzazione non è alterato nella direzione di due linee, che fanno angolo di 26° circa coll'asse di geminazione. Una lastra di quarzo parallela al proprio asse svolge colori, se posta secondo le direzioni predette.

Capo XVIII.

Cloropatinato di fosfammonio monoetilenico tetraetilico.

$$NP\left[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)''\right]Cl_2 + 2(PtCl_2).$$

Hofmann ottiene questo sale facendo agire la etilamina $N\left[H_2(C_2H_5)\right]$ sul bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico, di cui al capo V. Le due sostanze si combinano con svolgimento di calore, e danno un bibromuro di fosfammonio monoetilenico tetraetilico, giusta la equazione

$$P\left[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)\right]Br + N\left[H_2(C_2H_5)\right] = NP\left[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)''\right]Br_2.$$

Trattando questo bibromuro con ossido di argento per eliminare il bromo, ed aggiungendo poscia acido cloridrico, e finalmente bicloruro di platino, si ha il cloroplatinato qui descritto.

La sua costituzione è analoga a quella di un cloroplatinato di ammonio biatomico $N_2H_8Cl_2 + 2(PtCl_2)$, nel quale un equivalente di azoto sia sostituito dal fosforo, quattro equivalenti di idrogeno da altrettanti di etile, e due altri equivalenti di idrogeno da un equivalente di etilene biatomico.

Solubile nell'acqua bollente, da cui si ottiene in cristalli determinabili (').

Sistema monoclino:

100, 101 = 43°. 35′; 010, 111 = 55°. 36′; 001, 101 = 43°. 17′;

Forme osservate:

100, 001, 110, 011 (Fig. 42).

Angoli		Calcolati	Osservati	Angoli		Calcolati	Osservati
100, 001	=	86°. 52′	86°. 52′	110, $\bar{1}$10	=	90°. 10′	90°. 10′
100, 110	=	44 . 55	45 . 8	110, 011	=	58 . 21	58 . 5
100, 011	=	87 . 47	87 . 38	110, 01$\bar{1}$	=	61 . 59	62 . 11
001, 110	=	87 . 47	87 . 53	011, 01$\bar{1}$	=	90 . 29	90 . 29
001, 011	=	44 . 46	44 . 47				

Secondo Naumann:

a:b:c : : 0,9945:1:1,0013 ; γ = 86°. 52′;

Forme osservate:

∞ P∞, oP, ∞P, P∞.

Secondo Weiss:

a:b:c::1:1,0013::0,9945 ; aoc = 93°. 8′;

Forme osservate:

a:∞b:∞c; ∞a:∞b:c; a:b:∞c; ∞a:b:c.

Secondo Levy:

MM = 90°. 10′; MP = 92°. 13′; b:h::1:0,7027;

Forme osservate:

h′, P, M, e′.

Combinazioni osservate:

110, 011 (Fig. 41);
110, 011, 001 (Fig. 40);
100, 001, 110, 011 (Fig. 38 e 39).

I cristalli sono emiedri. Le faccie 100 e 001 hanno le loro parallele, ma delle quattro faccie delle forme 110 e 011 non si osservarono mai che due non parallele, come indicano le citate figure.

Tutti i cristalli osservati hanno le faccie 110, $\bar{1}$10 e le faccie 0$\bar{1}$1, 0$\bar{1}\bar{1}$ come

(') Da lettera dell'Hofmann.

nelle Figure 38, 40 e 41. Un solo cristallo (Fig. 39) mostrò per contro le faccie $\bar{1}\bar{1}0, 1\bar{1}0$ e le faccie $011, 01\bar{1}$. È chiaro che il cristallo della Fig. 39 è simmetrico, ma non sovrapponibile al cristallo della Fig. 38.

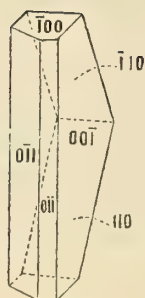
I cristalli hanno spesso abito di tavole triangolari come nelle Fig. 38 e 39; talvolta invece sono tetraedri (Fig. 41), o tetraedri con troncature come nella Fig. 40.

Le faccie sono assai brillanti, ma sempre alquanto o molto rotondate, per cui danno al goniometro più immagini e misure disparate. Giovino ad esempio di queste discrepanze le osservazioni fatte sopra due cristalli.

Angoli osservati		Sul 1.° crist.	Sul 2.° cristallo	Calcolati
$100, 001$	=	86°. 30′	87°. 24′	86°. 52′
$100, 110$	=	45 . 7	44 . 39	44 . 55
$\bar{1}00, \bar{1}10$	=	45 . 2	45 . 47	
$100, 0\bar{1}1$	=	87 . 10	88 . 0	87 . 47
$\bar{1}00, 0\bar{1}\bar{1}$	=	87 . 27	87 . 55	
$001, 110$	=	87 . 30	88 . 10	87 . 47
$00\bar{1}, \bar{1}10$	=	87 . 38	87 . 38	
$001, 0\bar{1}1$	=	44 . 2	45 . 16	44 . 46
$00\bar{1}, 0\bar{1}\bar{1}$	=	45 . 43	44 . 52	
$110, \bar{1}10$	=	90 . 41	90 . 25	90 . 10
$110, 0\bar{1}1$	=	117 . 20	118 . 10	118 . 1
$\bar{1}10, 0\bar{1}\bar{1}$	=	118 . 13	117 . 24	
$110, 0\bar{1}\bar{1}$	=	121 . 43	121 . 49	121 . 39
$\bar{1}10, 0\bar{1}1$	=	121 . 24	122 . 30	
$0\bar{1}1, 0\bar{1}\bar{1}$	=	90 . 15	89 . 52	90 . 29.

E vuolsi notare, che nel quadro precedente si assunse la media delle letture fatte corrispondentemente a 100 ed alla sua parallela $\bar{1}00$, come pure a 001 ed alla sua parallela $00\bar{1}$, poichè altrimenti le differenze tra gli angoli, che dovrebbero essere eguali, riescono anche maggiori di ciò, che appare dal quadro precedente.

Gli angoli registrati nel quadro della pag. 343 come risultanti dalla osservazione sono le medie delle misure prese sopra sei cristalli diversi, alle quali si diedero pesi diversi a seconda della perfezione dei cristalli. È degno di nota, come codeste medie non si scostino molto dai risultati del calcolo, quando si assumano per esatte le osservazioni degli angoli $100, 001$; $110, \bar{1}10$; $011, 01\bar{1}$.

Un' altra difficoltà, che si incontra nell' esatta determinazione di questi cristalli, è il piccolo divario tra gli angoli delle zone [001] e [100], ossia la quasi identità dei tre assi a, b, c di Naumann e Weiss. Infatti $110, \bar{1}10 = 90°. 10'$; $011, 01\bar{1} = 90°. 29'$ sono i risultati delle medie delle osservazioni, ma le discrepanze fra le misure speciali sono assai superiori ai 19′ di cui differiscono tali angoli. E così a modo di esempio si osserva nel quadro delle misure prese sopra i due cristalli della pagina precedente, che in essi è mediamente (precisamente all'opposto di ciò che dovrebbe essere) $110, \bar{1}10 > 90°. 29'$, e $011, 01\bar{1} < 90°. 10'$.

A ciò si aggiunge ancora, che girando uno di questi cristalli per esempio quello della Fig. 38 di 180° attorno [010] e poscia di 86°. 52′ attorno [010], esso viene ad occupare una posizione come quelle lla d'adiacente Figura, le cui faccie sarebbero onninamente parallele a quelle della Fig. 38 se fosse $110, \bar{1}10 = 0\bar{1}1, 0\bar{1}\bar{1}$. Ora siccome il divario fra questi due angoli non è con sicurezza discernibile stante la imperfezione delle faccie dei cristalli, così ne nasce, che dalle misure degli angoli non si ha criterio sicuro per distinguere le faccie 110 dalle faccie 011, e per orientare i cristalli.

Il solo criterio, che in realtà ci guidò nella orientazione dei cristalli non fu altro che il seguente, il quale a dir lo vero è non poco debole. Si osservò infatti in tutti i cristalli tabulari come quelli della fig. 38, che mentre le due faccie ivi simboleggiate con 110 e $\bar{1}10$ erano pressochè egualmente sviluppate, delle due faccie posteriori simboleggiate con $0\bar{1}1$ e $0\bar{1}\bar{1}$ l'una $0\bar{1}1$ era assai più sviluppata dell'altra $0\bar{1}\bar{1}$. Un simile fatto si osserva pure nei cristalli tetraedrici come quelli della Fig. 41, benchè vi sia meno distinto. Si ammise quindi, che in tutti questi cristalli le coppie di faccie egualmente sviluppate appartenessero alla forma 110, e le coppie di faccie inegualmente sviluppate alla forma 011. Ma egli è chiaro che, se la ineguaglianza di sviluppo delle faccie non risultasse che dalla posizione del cristallo nell'atto della sua formazione, e non fosse conseguenza della sua intima struttura, come l'esperienza ha in tanti casi dimostrato, il criterio da noi adottato sarebbe fallace. Quindi è, che non possiamo neppure con sicurezza affermare quale dei due angoli $110, \bar{1}10$ ovvero $011, 01\bar{1}$ sia il maggiore.

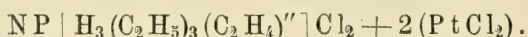
La piccolezza dei cristalli fu di ostacolo allo studio delle sfaldature.

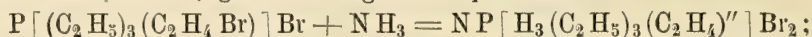
Colore arancio rossigno.

Il piano di polarizzazione della luce non cangia nel passare attraverso le faccie $001, 00\bar{1}$ e le faccie $100, \bar{1}00$ nella direzione [010].

Capo XIX.

Cloroplatinato di fosfammonio monoetilenico trietilico.

$$NP\left[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)''\right]Cl_2 + 2(PtCl_2).$$

Aggiungendo ammoniaca alla soluzione alcoolica del bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico, di cui al Capo V, ottenne Hofmann un bromurò di fosfammonio etilenico trietilico, giusta la seguente equazione:

$$P\left[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)\right]Br + NH_3 = NP\left[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)''\right]Br_2;$$

la cui costituzione sarebbe analoga a quella di un dibromuro di ammonio diatomico $N_2H_8Br_2$, in cui un equivalente di azoto sarebbe sostituito dal fosforo, e degli otto equivalenti di idrogeno sarebbero due sostituiti da un equivalente di etilene diatomico, tre da tre equivalenti di etile, e tre rimarrebbero intatti.

Precipitando il bromo mediante l'ossido di argento, trattando la soluzione con acido cloridrico, e poscia aggiungendo bicloruro di platino si ottiene un precip itato

che è il cloroplatinato descritto. Ripigliandolo poscia con acqua bollente, si ponno avere cristalli determinabili (¹).

Sistema trimetrico:

100, 110 = 59°. 50′; 001, 101 = 70°. 38′;

forme osservate:

100, 010, 110, 101 (Fig. 45).

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
100, 010 =	90°. 0′	89°. 40′	010, 101 =	90°. 0′	
100, 110 =	59 . 50	59 . 55	110, 1̄10 =	60 . 20	60°. 10′
100, 101 =	19 . 22	19 . 27	110, 1̄01 =	61 . 42	61 . 37
010, 110 =	30 . 10		101, 101̄ =	38 . 44	38 . 54.

Secondo Naumann:

a : b : c :: 2,8449 : 1 : 0,5812;

Forme osservate:

$\infty \breve{P} \infty$, $\infty \bar{P} \infty$, ∞P, $\breve{P} \infty$.

Secondo Weiss:

a : b : c :: 1 : 0,5812 : 2,8449;

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c; ∞ a : b : ∞ c; a : b : ∞ c; a : ∞ b : c.

Secondo Levy:

M M = 119°. 40′; b : h :: 1 : 2,4596;

Forme osservate:

g′, h′, M, e′.

Combinazioni osservate:

100, 110, 101 (Fig. 43);
100, 110, 101; 010 (Fig. 44).

I cristalli hanno abito di tavole rettangolari allungate nel senso [001]. Le faccie 101 sono appannate, le altre sono invece brillanti.

Sfaldatura 010 imperfetta.

Cristalli otticamente negativi. Gli assi ottici sono nel piano 001, e la bisettrice parallela a [100], cioè perpendicolare alla faccia 100. L'angolo esterno degli assi ottici pare vicino a 60°.

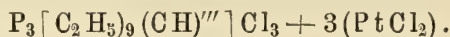
Colore arancio rossigno.

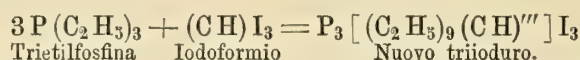
Durezza maggiore di quella del gesso.

(¹) Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases*. Proceedings of the Roy. Soc. N.° 36, 1859.

Capo XX.

Cloroplatinato di trifosfonio monoformilico nonoetilico.

$$P_3[C_2H_5)_9(CH)'''] Cl_3 + 3(PtCl_2).$$

Aggiungendo poco a poco cristalli di iodoformio alla trietilfosfina finchè la temperie più non si elevi, ottiensi uua massa viscosa, che trattata con alcole dà un precipitato cristallino, il quale sarebbe un triioduro di trifosfonio monoformilico nonoetilico, giusta l'equazione

$$\underset{\text{Trietilfosfina}}{3P(C_2H_5)_3} + \underset{\text{Iodoformio}}{(CH)I_3} = \underset{\text{Nuovo triioduro.}}{P_3[(C_2H_5)_9(CH)''']I_3}$$

Il nuovo triioduro avrebbe una costituzione analoga a quella di un triioduro di ammonio triatomico $N_3H_{12}I_3$ nel quale all'azoto si sostituisse fosforo, a nove equivalenti di idrogeno altrettanti equivalenti di etile, ed ai tre rimanenti equivalenti di idrogeno un equivalente di formile $(CH)'''$ triatomico.

Trattando la soluzione del triioduro con ossido di argento per separarne l'iodio, ed aggiungendo poscia acido cloridrico, si converte il triioduro in tricloruro. Alla dissoluzione del tricloruro aggiungendo finalmente bicloruro di platino si ha il cloroplatinato triatomico qui descritto.

Insolubile nell'acqua, solubile nell'acido cloridrico bollente (¹).

Sistema monoclino:

100, 101 = 46°. 2′; 010, 111 = 48°. 27′; 001, 101 = 43°. 28′;

Forme osservate:

100, 010, 001, 101, 111 (Fig. 55).

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
100, 010	= 90°. 0′	90°. 4′	010, 111	= 48°. 27′	48°. 27′
100, 001	= 89 . 30	89 . 30	001, 101	= 43 . 28	43 . 28
100, 101	= 46 . 2	46 . 2	001, 111	= 57 . 6	57 . 7
100, 111	= 58 . 42	58 . 47	101, 111	= 41 . 33	41 . 47
010, 001	= 90 . 0	89 . 56	111, $\bar{1}1\bar{1}$	= 96 . 54	
010, 101	= 90 . 0	90 . 7			

Secondo Naumann:

$$a:b:c::0{,}9558:1:0{,}7762;\quad \gamma = 89°.\ 30';$$

Forme osservate:

$\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$, oP, $-\bar{P}\infty$, $-P$.

(¹) Hofmann, *Researches on the Phosphorus Bases.* Proceed. of the Roy. Soc. Vol. X pag. 189.

Secondo Weiss:

$$a:b:c::1:0{,}7762:0{,}9558; \quad \gamma = 90^\circ.\ 30';$$

Forme osservate:

$$a:\infty b:\infty c; \quad \infty a:b:\infty c; \quad \infty a:\infty b:c; \quad a:\infty b:c; \quad a:b:c.$$

Secondo Levy:

$$MM = 75^\circ.\ 38'; \quad MP = 90^\circ.\ 18'; \quad b:h::1:0{,}7550;$$

Forme osservate:

$$h',\ g',\ P,\ o',\ d^{\frac{1}{2}}.$$

Combinazioni:

100, 010, 001 (Fig. 51 e 53);
100, 010, 001 ; 101, 111 (Fig. 52).

I cristalli hanno abito di piccoli prismi allungati nella direzione [010] come nelle Fig. 51 e 52, ma talora si mostrano in tavole rettangolari come nella Fig. 53.

Geminati ad asse di geminazione [001] Fig. 54. I cristalli geminati sono assai più frequenti dei semplici, e giovano ad accertare il sistema cristallino della sostanza, poichè con un nuovo angolo rientrante rendono evidente, che l'angolo 100, 001 non è retto.

Sfaldature 100, 010, 001 facili e perfette.

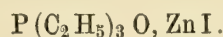
Alla luce polarizzata si scopre come oltre a [010] siano assi di elasticità due rette l'una quasi normale, e l'altra quasi parallela alla faccia 101.

Splendore vetroso maggiore sopra 100 e 010 che non sopra 001.

Colore arancio rosso.

Capo XXI.

Combinazione dell'ossido di trietilfosfina coll'ioduro di zinco.

$$P(C_2H_5)_3O, ZnI.$$

Hofmann ottiene questo composto mescolando una dissoluzione di ossido di trietilfosfina con una dissoluzione di ioduro di zinco; si forma così un precipitato cristallino, che ridisciolto con alcole si depone da questo in bei cristalli.

Fonde a 99°. Facilmente solubile in acqua calda, ed anche più nell'alcole (1).

Sistema monoclino:

$$100, 101 = 34^\circ.\ 25'; \quad 010, 111 = 50^\circ.\ 16'; \quad 001, 101 = 48^\circ.\ 48'.$$

(1) Da lettera privata dell'Hofmann.

Forme osservate:

100, 010, 001, 110, 011, 111 (Fig. 69).

Angoli		Calcolati	Osservati nei geminati	Osservati nei cristalli semplici
100, 010	=	90°. 0′		
100, 001	=	83 . 13	82°. 57′	83°. 23′
100, 110	=	47 . 39	47 . 48	47 . 42
100, 011	=	86 . 10	86 . 10	
100, 111	=	50 . 37	50 . 21	
010, 001	=	90 . 0		
010, 110	=	42 . 21		42 . 19
010, 011	=	34 . 24		
010, 111	=	50 . 16		
001, 110	=	85 . 26	85 . 18	85 . 23
001, 011	=	55 . 36	55 . 44	
001, 111	=	59 . 34	59 . 39	
110, $\bar{1}$10	=	84 . 42	84 . 29	84 . 38
110, 011	=	49 . 6		
110, 01$\bar{1}$	=	55 . 37		
110, 111	=	25 . 52	25 . 30	
110, $\bar{1}$1$\bar{1}$	=	87 . 25		
011, 01$\bar{1}$	=	68 . 48	68 . 32	
011, 111	=	35 . 33	35 . 44	
011, $\bar{1}$1$\bar{1}$	=	76 . 3		
111, $\bar{1}$1$\bar{1}$	=	100 . 32	100 . 37	

Secondo Naumann:

a : b : c : : 1,3312 : 1 : 0,9052 ; $\gamma = 83°. 13'$;

Forme osservate:

$\infty \bar{P} \infty$; $\infty \breve{P} \infty$; oP ; ∞P ; $\breve{P} \infty$; $-P$.

Secondo Weiss:

a : b : c : : 1 : 0,9052 : 1,3312 ; a o c = 96°. 47′;

Forme osservate:

a : ∞ b : ∞ c ; ∞ a : b : ∞ c ; ∞ a : ∞ b : c ; a : b : ∞ c ; ∞ a : b : c ; a : b : c .

Secondo Levy:

M M = 84°. 42′ ; M P = 94°. 34′ ; h : h : : 1 : 0,9869 ;

Forme osservate:

h′, g′, P, M, e′, $d^{\frac{1}{2}}$.

Combinazioni osservate:

110, 001 (Fig. 59);
110, 001 ; 100 (Fig. 60).

Talvolta le due faccie 110 e $\bar{1}10$ sono molto inegualmente sviluppate come nella Fig. 61.

110, 001; 100, 010 (Fig. 62);
001, 100, 110, 111
001, 100, 110, 111 ; 011
001, 100, 110, 111 ; 011, 010 (Fig. 63).

Geminati cui è asse di geminazione [100], ovvero faccia di geminazione

$$001 = oP\,(\text{Naumann}) = \infty a : \infty b : c\,(\text{Weiss}) = P\,(\text{Levy}).$$

I geminati sono talvolta semplici come nella Fig. 64, e sono invece tal altra difficilissimi a distinguersi dai cristalli trimetrici, come nella Fig. 67. Abbiasi un gruppo di quattro cristalli girati gli uni rispetto agli altri di 180° attorno [100] come nella fig. 65. Tolte le linee di congiungimento dei piani coincidenti, e supposto riempiuto l'intervallo fra i quattro cristalli, il gruppo avrà, come nella Fig. 66, i caratteri geometrici di un cristallo trimetrico. Da analogo gruppo sono costituiti i geminati della fig. 67.

Succede qualche volta, che più gruppi come quelli della Fig. 67 si congiungano tra loro secondo 001 e siano sempre girati gli uni rispetto agli altri di 180° attorno a [100].

È degno di nota, come i cristalli delle Fig. 59, 60, 61, 62, 64 siansi ottenuti in presenza dell'acido cloridrico, e che soluzioni scevre da questo acido abbiano somministrato soltanto cristalli come quelli della Fig. 67, in cui si scorge bene sulle faccie 001 qualche traccia della linea di congiungimento dei gemelli, ma che senza il soccorso della sfaldatura, e dei caratteri ottici si riterrebbero per trimetrici.

Sfaldature 001 nitidissima e facilissima, e 110 nitida e secca. I gruppi di geminati come quello della Fig. 67 sfaldati secondo 110 presentano scanalature analoghe a quelle dei feldispati triclini.

Splendore vetroso nelle fratture e nelle sfaldature, grasso nelle faccie.

Durezza di poco superiore a quella del gesso.

Cristalli otticamente positivi: è mediana principale l'asse di simmetria cioè [010]. Si vedono gli anelli colorati attraverso le faccie di sfaldatura 110, ed il piano degli assi ottici sembra perpendicolare allo spigolo del prisma 110. Attraverso le faccie di sfaldatura dei geminati della Fig. 67 si vedono due sistemi di anelli piuttosto vicini, i quali si riferiscono ai due ordini di gemelli, che costituiscono il geminato.

L'angolo degli assi ottici visti attraverso le faccie 110 e $\bar{1}10$ è di circa 74°. In un esemplare si poterono grossolanamente determinare gli indici di rifrazione attraverso 001 e $01\bar{1}$. Si trovò il minimo indice di rifrazione $\gamma = 1,58$ circa, e siccome

gli assi ottici esterni si scostano solo di 5°. 21′ dalle normali alle faccie 110 e $\bar{1}10$, per cui non si avrà divario notevole sostituendo all'indice medio l'indice minimo di rifrazione, si può conchiudere, che l'angolo interno degli assi ottici non si scosta molto da 78°.

Capo XXII.

Combinazione di ossicloruro di trietilfosfina con bicloruro di platino.

$$[P(C_2H_5)_3O]_3[P(C_2H_5)_3Cl_2] + 2(PtCl_2).$$

Hofmann ottiene questo bellissimo sale aggiungendo ossido anidro di trietilfosfina $P(C_2H_5)_3O$ ad una soluzione concentrata di bicloruro di platino nell'alcole assoluto. Per svaporazione spontanea dalla soluzione alcoolica si ottengono bellissimi cristalli tabulari aventi talvolta quasi un centimetro di lunghezza.

I cristalli all'aria si appannano, e si rivestono di uno straterello bianchiccio. Sono solubilissimi nell'acqua, assai solubili nell'alcole, ed insolubili nell'etere [1].

Sistema monoclino:

100, 101 = 27°. 19′; 010, 111 = 41°. 4′; 001, 101 = 46°. 23′;

Forme osservate:

100, 001, 110, $\bar{1}01$, $\bar{1}11$, $\bar{1}12$ (Fig. 58).

Angoli	Calcolati	Osservati	Angoli	Calcolati	Osservati
100, 001	= 73°. 42′	73°. 30′	110, $\bar{1}11$	= 63°. 26′	
100, 110	= 56 . 41		110, $11\bar{1}$	= 19 . 59	
100, $\bar{1}01$	= 143 . 30		110, $\bar{1}12$	= 63 . 26	
100, $\bar{1}11$	= 116 . 39		110, $11\bar{2}$	= 37 . 37	
100, $\bar{1}12$	= 108 . 18		$\bar{1}01$, $\bar{1}11$	= 56 . 6	
001, 110	= 81 . 8	81 . 8	$\bar{1}01$, $\bar{1}12$	= 52 . 46	52°. 32
001, $\bar{1}01$	= 69 . 48	69 . 48	$\bar{1}11$, $11\bar{1}$	= 67 . 49	
001, $\bar{1}11$	= 78 . 54	78 . 51	$\bar{1}11$, $\bar{1}12$	= 17 . 39	
001, $\bar{1}12$	= 61 . 15	61 . 14	$\bar{1}11$, $11\bar{2}$	= 73 . 52	
110, $\bar{1}10$	= 66 . 38	66 . 38	$\bar{1}12$, $11\bar{2}$	= 84 . 17	
110, $\bar{1}01$	= 116 . 12	116 . 23			

Secondo Naumann:

$a:b:c::1{,}5776:1:0{,}6308 \quad \gamma = 73°.\ 42′;$

[1] Da lettera privata dell'Hofmann.

Forme osservate:

$$\infty \bar{P} \infty;\ oP;\ \infty P;\ \bar{P} \infty;\ P;\ \tfrac{1}{2}P.$$

Secondo Weiss:

$$a:b:c::1:0{,}6308:1{,}5776;\ aoc = 106^{\circ}.\ 28';$$

Forme osservate:

$a:\infty b:\infty c$; $\infty a:\infty b:c$; $a:b:\infty c$; $-a:\infty b:c$; $-a:b:c$; $-a:b:\tfrac{1}{2}c$.

Secondo Levy:

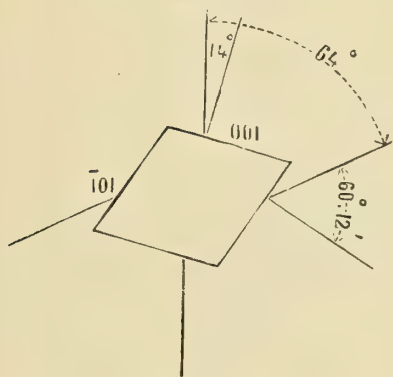
$$MM = 66^{\circ}.\ 38';\ MP = 98^{\circ}.\ 52';\ b:h::1:1{,}3343;$$

Forme osservate:

$$h',\ P,\ M,\ a',\ b^{\frac{1}{2}},\ b'.$$

Combinazioni osservate:

001, 100, 110 (Fig. 56);
001, 110, $\bar{1}$12, $\bar{1}$01
001, 110, $\bar{1}$12, $\bar{1}$01; 100, $\bar{1}$11 (Fig, 57).

Sfaldature $\bar{1}$01 e 110 nitide e facili.
Colore rosso arancio.

Gli assi ottici sono entro 010, cioè nel piano di simmetria: si veggono attraverso le faccie 001, e le sfaldature $\bar{1}$01, e fanno allora angolo esterno di circa 64°. Gli angoli fatti dagli assi ottici colle normali alle faccie 10$\bar{1}$ e 001 sono prossimamente, quali appaiono dalla adiacente Figura, di 60°. 12' circa e di 14° circa. La posizione di questi assi rispetto alle faccie si determinò col metodo adottato dal S. di Senarmont [1]. Si produsse cioè un geminato artificiale coll'appiccicare con balsamo del Canadà due cristalli secondo 001, e dopo averne girato uno di 180° attorno alla normale a 001, si ebbe l'angolo fatto dai due assi ottici emergenti da $\bar{1}$01.

[1] H. de Senarmont. *Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes.* XXXIII. Annales de Chimie et de Physique 3.e Série.

PARTE SECONDA

PARAGONE TRA LE FORME CRISTALLINE DEI SALI DESCRITTI

Non è per certo nostro intendimento di trarre dai fatti osservati troppo ampie conclusioni sulla costituzione dei sali esaminati, ed anche meno sulle forme dei sali di costituzione analoga. Tra le migliaia di corpi cristallizzati, che la chimica organica ha in pochi lustri scoperto, neppure quattrocento vennero finquì cristallograficamente determinati. Quindi è che ad ogni generale ragionamento mancando ampia base di fatti osservati, ogni generale conclusione sarebbe per lo meno avventatissima. Nel nostro lavoro ebbimo per essenziale oggetto quello modestissimo di portare il nostro sassolino all' edificio, che si potrà più tardi elevare sulla conoscenza delle proprietà geometriche e fisiche dei sali. Ciò non ostante non credemmo di mancare al debito di riserva, cui si è nell' attuale miseria di conoscenze astretti, ponendo in rilievo alcune interessantissime analogie, le quali mentre corroborano le viste di Hofmann e Cahours sulla natura di alcuni dei sali esaminati, gettano pure viva luce sulle proprietà di alcune classi di sali.

§ 1.

Sulle diamine e sulle diamidi.

Le diamine e le diamidi, cioè le sostanze derivate da due molecole di ammoniaca N_2H_6, comprendono parecchi corpi di molta importanza, e specialmente le uree. La urea ordinaria $N_2[H_4(CO)'']$ cristallizza nel sistema dimetrico, mentre le uree di cui ai capi III e IV cristallizzano nel sistema monoclino. Non vuolsene però inferire, che le uree da noi studiate siano senza analogie tra i membri del gruppo delle diamine e delle diamidi, posciachè tra queste parecchie se ne annoverano, le quali sono monocline. Scegliamo tra esse la Ossamide e la Tiosinamina, e ne paragoniamo le forme con quelle delle uree dei capi III e IV al quadro primo posto al fine della Memoria (ved. pag. 190 e 191).

Ivi si scorge come la ossamide si allontani alquanto dalle tre uree, ma che strettissima è l'analogia tra la tiosinamina, cioè $N_2[H_3(C_3H_5)(CS)'']$, e le uree da noi determinate, e specialmente la urea solforata monoallilica trietilica ad azoto e fosforo, cioè $NP[(C_2H_5)_3(C_3H_5)(CS)'']$. Quest' ultima urea differisce dalla tiosinamina solo in ciò, che dei due equivalenti di azoto uno è sostituito dal fosforo, ed i tre equivalenti dell' idrogeno sono sostituiti dall'etile. Ora le forme delle due sostanze non solo derivano da assi, i quali nè per grandezza nè per inclinazione molto non si scostano tra loro, ma hanno in buona parte lo stesso simbolo. Le sfaldature possono pure ridursi ad avere simbolo identico, e nota il Schabus come i cristalli di tiosinamina siano allungati nella direzione [010] e talvolta tabulari per lo sviluppo di 001, come per lo appunto notammo succedere per i cristalli della urea allilica del capo IV.

Anche più vicine sono le due uree fenilica ed allilica descritte nei capi III e IV per ciò che riguarda l'angolo 100, 001, ed i rapporti degli assi a e b. Circa l'asse c nulla si può dire, perchè nell'urea fenilica non si trovarono faccie, che il determinassero. La bisettrice degli assi ottici è per ambe le uree nel piano 010, ma il piano degli assi ottici è 010 nell' urea allilica, mentre è perpendicolare a 010 nell'urea fenilica.

Vi sono ancora altre basi della famiglia delle amine, come la Huanokina, la Cinconina, l'Armina, la Cincotina ecc., le quali cristallizzano nel sistema monoclino. Però siccome è ancora dubbia la vera costituzione di questi corpi ([1]), e le loro forme si scostano alquanto da quelle delle quattro sovracitate sostanze, non crediamo prudente lo spingere oltre questo paragone.

Per le stesse ragioni omettiamo di accennare alle diamine e diamidi trimetriche, e ci limitiamo a prendere nota di un gruppo di diamine e diamidi cristallizzanti in prismi monoclini, in cui 100, 001 è prossimo a 60°, e ad accennare, che questo gruppo comprende tutte le uree solforate, di cui ci sia finquì nota la determinazione cristallografica.

§ 2.

Sui sali aloidi.

Nella prima parte di questa Memoria discorriamo di sali aloidi dal capo V al capo XI. I primi cinque sono creduti monoatomici ed analoghi perciò a NH_4Cl, e gli ultimi due sono creduti biatomici, vale a dire analoghi a $N_2H_8Cl_2$. Faremo qualche confronto relativamente agli uni ed agli altri.

(*a*) *Sali aloidi monoatomici.* La maggior parte dei sali aloidi ritenuti anche oggidì per monoatomici cristallizzano nel sistema monometrico. Citiamo specialmente ([2]) KCl, KBr, KI; $NaCl, NaBr, NaI$; NH_4Cl, NH_4Br, NH_4I; $AgCl, AgBr$, ed anche Cu_2Cl, che molti degli odierni chimici ([3]), raddoppiando l'equivalente del rame, intendono composto di una molecola di rame ed una di cloro. A questo gruppo vengono ora ad aggiungersi il bromuro di fosfonio monobromoetilico trietilico, $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$ ed il bromuro di arsonio monobromoetilico trietilico $As[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$, i quali come si vide ai capi V e VI sono monometrici.

Il Marignac ([4]) qualche anno fa poneva in luce le relazioni esistenti fra sostanze monometriche, e sostanze romboedriche derivanti da romboedri, il cui angolo è prossimo al retto. Basti rammentare a modo di esempio i corpi semplici, di cui la maggior parte spetta od al sistema monometrico, od al romboedrico, od anche ad entrambi; ed i solfuri ad un equivalente di zolfo ed uno di metallo, i quali or sono monometrici come la Galena, l'Argentite, la Blenda, l'Alabandina, ed ora romboedrici esagonali come la Pirrotina, la Millerite, la Greenockite. Nè sia lecito il tacere sulla

([1]) Hofmann, *On Ammonia and its derivatives.* London 1859. Pag. 14.

([2]) Vedi per le forme dei sali, per cui non si cita l'autore, Rammelsberg *Handbuch der Krystallographischen Chemie.* Berlin 1855, e *Die neuesten Forschungen in der Krystallographischen Chemie.* Leipzig 1857.

([3]) Cannizzaro, *Sunto di un corso di filosofia chimica.* Nuovo Cimento tom. 7, pag. 347.

([4]) *Sur les relations existant entre certains groupes de formes crystallines appartenant à des systèmes différents.* Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, tomo XLV, 1857, pag. 650.

recente scoperta del dotto ginevrino ([1]) di fluosilicati, fluostannati, e fluotitanati romboedrici NH_4Fl, $SiFl_2$; $NaFl$, $SiFl_2$; NH_4Fl, $SnFl_2$; NH_4Fl, $TiFl_2$; $NaFl$, $TiFl_2$ e di fluosilicati romboedrici KFl, $SiFl_2$, ed il già citato NH_4Fl, $SiFl_2$, che a legare le due serie si mostra molto opportunamente dimorfo ([2]).

I sali aloidi non si sottraggono alla legge della doppia serie, e senza parlare di $FeCl$, $MgCl$, CdI, PbI che furono trovati in lamine esagonali ad un solo asse ottico dal Senarmont e dal Descloizeaux ([3]), poichè non essendone state determinate geometricamente le forme, non è possibile il vedere fino a qual segno derivino da un romboedro prossimo al cubo, basti citare la Iodite o ioduro di argento determinato dal Descloizeaux. All'ioduro di argento si associa ora intimamente il ioduro di fosfonio tetraetilico, di cui al capo VII, come risulta dal quadro secondo posto al fine della Memoria (ved. pag. 190 e 191).

Appare infatti dalle misure del valente mineralista francese, che l'angolo del romboedro spettante all'ioduro di argento non si allontana di 1°. 30′ da quello del romboedro spettante all'ioduro di tetraetilfosfonio; che di cinque forme osservate nell'ioduro di argento tre hanno lo stesso simbolo di altrettante forme trovate nel-l'ioduro di tetraetilfosfonio; e che entrambe le sostanze sono otticamente positive. È degno di nota come i cristalli di ioduro di argento abbiano abito esclusivamente esagonale, poichè constano puramente di prismi e piramidi esagonali colla loro base, mentre i cristalli di ioduro di fosfonio tetraetilico intanto che fanno mostra di prismi e piramidi esagonali, sono inoltre ricchi di faccie romboedriche.

Il cloruro di fosfonio monoplatinico $P[(C_2H_5)_3Pt]Cl$ di cui al capo VIII si scosta dai precedenti sali aloidi, poichè è monoclino. Chi ritiene che si debba raddoppiare l'equivalente del platino, e ritener quindi per biatomico il cloruro di cui ragioniamo, potrà cercare in tal fatto la discrepanza tra la sua forma e quella dei sali precedenti. Chi crede invece, che debba rimanere inalterato l'equivalente del platino, e che monoatomico sia il cloruro in discorso, potrà rilevare l'osservazione fatta alla pag. 161, che cioè le forme sue molto non si scostano da quelle del cloruro di ammonio, ed annoverare anche questo tra quei casi di sali analoghi assumenti forme vicine sebbene spettanti a sistemi diversi.

(*b*) *Sali aloidi biatomici.* Dei sali di questo genere da noi descritti ai capi X e XI l'uno è monoclino, e l'altro trimetrico. Lasciamo in disparte il primo, che una volta sola si ottenne, e che non si potè convenientemente studiare, ed occupiamoci invece dell'ultimo.

Si conoscono le forme di parecchi cloruri metallici anidri, i quali si mostrano in cristalli trimetrici. Si può chiedere se il paragone delle forme cristalline di questi corpi con quelle del biioduro di bifosfonio exaetilico monoetilenico $P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2$ il quale è biatomico, infermi o corrobori le viste di coloro, i quali

([1]) Vedi le Memorie del Marignac Annales des Mines 5.a Serie, tom. XII, pag. 18 e 20. — Ibid. tom. XV, pag. 224, 228 e 238. — Annales de Physique et de Chimie 3.a Serie, tom. LX, pag. 45.

([2]) Si assunse nelle forme precedenti $Si = 14$, in guisa che SiO_2 è il simbolo della Silice.

([3]) Descloizeaux, *De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie.* Ann. des Mines 5.a Serie, tom. XI, pag. 306 e 307.

credono doversi raddoppiare gli equivalenti di tutti i metalli ad eccezione degli alcalini, e dell'argento, e doversi perciò ritenere i loro sali aloidi come biatomici.

Si può quindi osservare come anche trimetrico sia il bromuro di fosfonio trimetilico monobromoetilico $P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$, e chiedere se per ventura non abbia questo sale una costituzione chimica diversa da quella indicata dalla formola, e non sia invece biatomico.

Alle due dimande risponda, per quel che può, il quadro terzo posto al fine della Memoria (ved. pag. 192 e 193).

Da codesto quadro potrebbero trarsi delle ragioni per ritenere il bromuro di fosfonio monobromoetilico trimetilico come biatomico. Si potrebbe credere, che biatomici siano pure i cloruri metallici, ove si considerino il cloruro di piombo, quello di zinco ammoniacale, e quello di mercurio (cui paiono isomorfi il bromuro, ed il ioduro giallo): ma a contraria sentenza si inclinerebbe considerando i cloruri zinco-ammonico e zinco-potassico. Potrebbero finalmente trarsi dal nostro quadro argomenti per credere biatomiche la papaverina e la tialdina.

Ma noi dobbiamo osservare, che le forme di queste sostanze spettano a quel gruppo di cristalli trimetrici, che si mostrano in prismi, il cui angolo od è prossimo a 60°, o per semplicissime relazioni ne deriva. Ora questo gruppo, come già parecchi osservarono, e di recente il Marignac confermò ([1]), comprende sostanze di composizione e costituzione disparatissima. Quindi è, che ci limitiamo a presentare ai cristallografi il quadro precitato più ad incentivo allo studio di composti analoghi, i quali meglio possano risolvere le proposte quistioni, che per la saldezza delle conclusioni, a cui potrebbe condurre.

§ 3.

Sui cloroplatinati.

Dei dieci cloroplatinati da noi determinati, quattro mostrano associato al bicloruro di platino un cloruro monoatomico, quattro un cloruro biatomico, uno a cloruro triatomico, ed uno, quello descritto al capo XXII, ha una costituzione non sufficientemente studiata.

Dobbiamo prescindere dal parlare dell'ultimo perchè mal noto, e del cloroplatinato a cloruro triatomico, poichè è per quanto ci consta il solo di analoga costituzione, che finquì sia stato determinato.

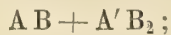
E neppure dei cloroplatinati a cloruro biatomico possiamo dire gran fatto, perchè dei quattro da noi determinati uno è trimetrico, un altro è triclino, ed i due rimanenti sono bensì monoclini e quindi comparabili, ma la povertà delle faccie di quello descritto al capo XVI avendone resa impossibile la completa determinazione, mancano i termini al paragone. Nè conosciamo sali di questo genere da altri misurati, salvo per coloro che annoverano la Huanokina tra le diamine, il cloroplatinato della medesima studiato da Hahn ([2]). Noteremo semplicemente come il cloroplatinato

([1]) Ann. des Mines Serie 5.ª, tom. 12, pag. 14.

([2]) Kopp e Will, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1858, pag. 372.

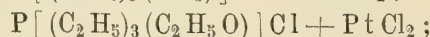
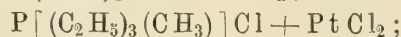
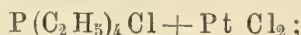
di Huanokina sia trimetrico, come lo è pure quello di fosfammonio monoetilenico trietilico descritto al capo XIX.

A qualche conseguenza possiamo invece pervenire fermandoci sui cloroplatinati a cloruro monoatomico. Nella cristallografia chimica del Rammelsberg, nel supplemento alla medesima, nella Memoria del Schabus coronata dall'Accademia di Vienna, e nelle Memorie di Marignac troviamo le determinazioni di ventidue sali la cui formola chimica è

$$AB + A'B_2;$$

ove $A = K$ ovvero NH_4;
$A' = Pt$ ovvero Pd, ovvero Ir, ovvero Sn, ovvero Si (¹),
oppure Ti;
$B = Cl$ oppure Fl.

Di codesti sali dieci sono monometrici, uno è o dimetrico, o monometrico (le misure lasciano qualche incertezza), sei sono romboedrici, uno è dimorfo, cioè monometrico e romboedrico (ved. pag. 184), tre sono trimetrici, ed uno è monoclino.

Tra i sali da noi determinati

$$P(C_2H_5)_4Cl + PtCl_2;$$
$$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]Cl + PtCl_2;$$
$$P[(C_2H_5)_3(C_2H_5O)]Cl + PtCl_2;$$

sono anche monometrici, e confermando per la loro forma le viste di Hofmann sulla loro costituzione vengono a schierarsi a lato degli undici sali sovraindicati, e specialmente del cloroplatinato di ammonio trimetilico $N[H(CH_3)_3]Cl + PtCl_2$ determinato dal Schabus (²).

Il cloroplatinato di fosfonio monobromoetilico trietilico da noi trovato monoclino, cioè $P[(C_2H_5)_3(C_2H_4)Br)]Cl + PtCl_2$ non è senza analogia al solo cloroplatinato monoclino, che fino ad ora si conoscesse, cioè al cloroplatinato di ammonio bietilico $N[H_2(C_2H_5)_2]Cl + PtCl_2$. Infatti l'angolo 100, 001 è in questo di 85°.40' (³), mentre è di 89°. 2' nel sale, di cui al capo XV.

§ 4.

Conclusioni.

Esposte nel quadro quarto (ved. pag. 194 e 195) le forme dei sali descritti nella Memoria possiamo riassumere i risultati del loro paragone dicendo:

1.° Che v'ha un gruppo di diamidi monocline, le cui forme tra loro si avvicinano, gruppo il quale comprende specialmente la tiosinamina, le uree solforate trietiliche ad azoto e fosforo, l'una fenilica, e l'altra allilica;

2.° Che al gruppo dei sali aloidi monometrici conviene associare i bromuri di fosfonio ed arsonio monobromoetilico trietilico;

(¹) Si intende sempre $Si = 14$.

(²) *Bestimmung der Krystallgestalten in chemischen Laboratorien erzeugter Producte.* Vienna 1885. Pag. 13.

(³) Schabus, *Krystallologische Untersuchungen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften.* Vienna tom. XV. Pag. 206.

3.° Che il ioduro di tetraetilfosfonio è affatto isomorfo coll'ioduro di argento;

4.° Che al gruppo dei cloroplatinati, cloropalladati ecc. monometrici debbonsi associare i cloroplatinati di fosfonio tetraetilico, monometilico trietilico, monoossietilico trietilico;

5.° Che le forme cristalline dei sali precipitati confermano nel modo il più splendido le viste di Hofmann sulla loro costituzione;

6.° Che non senza meraviglia scopresi col goniometro, come talvolta la posizione di equilibrio delle molecole di un sale, come ad esempio dell'ioduro di argento, di assai poco si muta, allorquando ad una molecola creduta semplice, qual è quella dell'argento, si sostituisca una molecola evidentemente complicatissima, qual è quella del tetraetilfosfonio $P(C_2H_5)_4$, la quale secondo le nuove notazioni consta di 29, e secondo le notazioni antiche di 37 altre molecole alla loro volta credute semplici.

NOTA sul quadro quarto pag. 194 *e* 195.

La prima colonna indica il capo della Memoria, in cui è descritto il sale ivi considerato.

La quarta colonna indica le forme osservate nei cristalli di ciascuna sostanza, ed i simboli delle forme, parallelamente alle cui faccie si osservarono sfaldature, sono sottolineate.

Le ultime colonne riassumono i caratteri ottici osservati, e mostrano anzitutto se la sostanza sia otticamente positiva o negativa, poscia quale sia la posizione del piano degli assi ottici, e quella della loro mediana principale, e finalmente la grandezza degli indici di rifrazione, e l'ampiezza dell'angolo degli assi ottici. I segni ⋕ e ⊥ indicano, che una linea od un piano è parallela ovvero perpendicolare ad altra linea o piano ivi citato. L'angolo degli assi ottici è indicato da 2 V, se si riferisce agli assi dentro al cristallo, e da 2 E se si riferisce agli assi emergenti da una lastra a faccie parallele perpendicolare alla loro mediana principale.

QUAD[illegible]

Sopra alcune diam[illegible]

SOSTANZA	COMPOSIZIONE	100, 001
Ossamide	$N_2 [H_4 (C_2 O_2)'']$	57°.15′
Tiosinamina	$N_2 [H_3 (C_3 H_5) (C S)'']$	59. 50
Urea fenilica del Capo III	$N P [(C_2 H_5)_3 (C_6 H_5) (C S)'']$	61. 2
Urea allilica del Capo IV	$N P [(C_2 H_5)_3 (C_3 H_5) (C S)'']$	64. 45

(¹) In questo e nei seguenti quadri vennero sottolineati i simboli delle faccie parallelamente alle quali cristalli si sfaldano.

QUAD[illegible]

Iod[illegible]

SOSTANZA	COMPOSIZIONE	111, 100
Ioduro di Argento	Ag I	58°.26′
Ioduro di Fosfonio tetraetilico	$P (C_2 H_5)_4 I$	59. 32

(¹) Descloizeaux, *Note sur la forme cristalline de l'Iodure d'Argent.* Ann. de Phys. et de Chim. 3.ª Seri Tom. XL, pag. 85.

Alle forme b^2, $b^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{4}}$ del Descloizeaux corrispondono qui 321, 31$\bar{1}$, 51$\bar{3}$.

MO

mine monocline

ECONDO WEISS a:b:c =	FORME E SFALDATURE (¹)	OSSERVATORE
1:3. 0, 4515:0, 7591	100, 001, 110, $\bar{1}11$	Schabus (²)
1: 0, 4433:0, 8607	$\underline{100}$, $\underline{001}$, $\bar{2}01$, 012, $\bar{2}12$	Schabus (³)
1:2 0, 4291 : x	$\underline{100}$, 010, 001, $\underline{110}$	Sella
1: 0, 3984:0, 8321	$\underline{100}$, $\underline{001}$, 110, $\bar{1}01$, $\bar{2}01$, $\bar{1}12$	Sella

(³) Schabus. Bestimmungen der Krystallgestalten in chemischen Laboratorien erzeugter Producte. Vienna 1855, 165 e 167. Nella Tiosinamina si cangiò la posizione degli assi assunti dal Schabus in guisa che 100 e 001 o i simboli delle sfaldature, come tali si erano assunti nell'urea allilica del Capo IV. I simboli delle faccie P, v, p di Schabus divennero quindi $\bar{1}00$, 001, $\bar{2}01$, 012, $\bar{2}12$.

ONDO

oedrici

ONDO NAUMANN R =	FORME OSSERVATE	INDICI DI RIFRAZIONE	OSSERVATORE
84°. 54′	111, $10\bar{1}$, 321, $31\bar{1}$, $51\bar{3}$	$\varepsilon > \omega$	Descloizeaux (¹)
83. 26	111, $10\bar{1}$, 100, 110, 210, $31\bar{1}$	$\varepsilon = 1,668$; $\omega = 1,660$	Sella

Per i caratteri ottici vedi Descloizeaux: *De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie.* des Mines, 5.ª Serie, Tom. XI, pag. 300.

QUADRO PRIMO

Sopra alcune diamidi e diamine monocline

SOSTANZA	COMPOSIZIONE	100, 001	SECONDO WEISS a:b:c =	FORME E SFALDATURE [1]	OSSERVATORE
Ossamide	$N_2 [H_4 (C_2 O_2)'']$	57°. 15′	1:3. 0, 4515:0, 7591	$100, 001, 110, \bar{1}11$	Schabus [2]
Tiosinamina	$N_2 [H_3 (C_3 H_5) (C S)'']$	59. 50	1: 0, 4433:0, 8607	$\underline{100}, \underline{001}, \bar{2}01, 012, \bar{2}12$	Schabus [2]
Urea fenilica del Capo III	$N P [(C_2 H_5)_3 (C_6 H_5) (C S)'']$	61. 2	1:2 0, 4291 : x	$\underline{100}, 010, 001, \underline{110}$	Sella
Urea allilica del Capo IV	$N P [(C_2 H_5)_3 (C_3 H_5) (C S)'']$	64. 45	1: 0, 3984:0, 8321	$\underline{100}, \underline{001}, 110, \bar{1}01, \bar{2}01, \bar{1}12$	Sella

[1] In questo e nei seguenti quadri vennero sottolineati i simboli delle faccie parallelamente alle quali i cristalli si sfaldano.

[2] Schabus. Bestimmungen der Krystallgestalten in chemischen Laboratorien erzeugter Producte. Vienna 1855, pag. 165 e 167. Nella Tiosinamina si cangiò la posizione degli assi assunti dal Schabus in guisa che 100 e 001 fossero i simboli delle sfaldature, come tali si erano assunti nell'urea allilica del Capo IV. I simboli delle faccie u, o, P, v, p di Schabus divennero quindi $\bar{1}00$, 001, $\bar{2}01$, 012, $\bar{2}12$.

QUADRO SECONDO

Ioduri romboedrici

SOSTANZA	COMPOSIZIONE	111, 100	SECONDO NAUMANN R =	FORME OSSERVATE	INDICI DI RIFRAZIONE	OSSERVATORE
Ioduro di Argento	$Ag I$	58°. 26′	84°. 54′	$111, 10\bar{1}, 321, 31\bar{1}, 51\bar{3}$	$\varepsilon > \omega$	Descloizeaux [1]
Ioduro di Fosfonio tetraetilico	$P (C_2 H_5)_4 I$	59. 32	83. 26	$111, 10\bar{1}, 100, 110, 210, 31\bar{1}$	$\varepsilon = 1,668 ; \omega = 1,660$	Sella

[1] Descloizeaux, *Note sur la forme cristalline de l'Iodure d'Argent*. Ann. de Phys. et de Chim. 3.ª Serie, Tom. XL, pag. 85.

Alle forme b^2, $b^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{4}}$ del Descloizeaux corrispondono qui 321, $31\bar{1}$, $51\bar{3}$.

Per i caratteri ottici vedi Descloizeaux: *De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie*. Ann. des Mines, 5.ª Serie, Tom. XI, pag. 300.

QUAD

Sopra alcuni S

SOSTANZA	COMPOSIZIONE
Bromuro di Fosfonio monobromoetilico trimetilico	$P\,[(CH_3)_3\,(C_2H_4Br)]\,B$
Biioduro di Difosfonio monoetilenico exaetilico	$P_2\,[(C_2H_5)_6\,(C_2H_4)'']\,I_2$
Bicloruro di Mercurio	$Hg\,Cl$
Cloruro di Zinco ammoniacale	$NH_3\,Zn\,Cl$
Cloruro di Piombo	$Pb\,Cl$
Cloruro Zinco-ammonico	$NH_4\,Zn\,Cl_2$
Cloruro Zinco-potassico	$KZn\,Cl_2$
Cloridrato di Papaverina	$N\,(C_{20}H_{21}O_4)\,HCl$
Cloridrato di Tialdina	$N\,(C_6H_{13}S_2)\,HCl$

(1) Poggendorf. Annalen der Physik und Chemie Tom. 28, pag. 118. Vedi Rammelsberg, *Hand. d. Kr. Chem.* p. 51. Alle faccie ivi notate b, c, p, r, q, r^2, q^2, $q_{/2}$, o si diedero i simboli 100, 010, 101, 011, 1 012, 210, 120, 111. Nelle grandezze degli assi dati dal Rammelsberg incorsero alcuni errori di stampa.

(2) Ann. des Mines 5.ª Serie, Tom. 12, pag. 8. Alle faccie ivi indicate M, P, a, e, si assegnarono i sim 110, 001, 101, 011.

(3) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Vienna 1850 — Vedi Rammelsberg, op. cit. pag. Alle forme ivi notate b, c, q, q^4, o, o^2 si diedero i simboli 100, 001, 101, 401, 111, 221.

E:ZO

o:i trimetrici

S:ONDO WEISS a:b:c =		FORME E SFALDATURE	OSSERVATORE
1	0, 5681 : $\frac{2}{5}$. 1, 0177	100, 010, 001, 110, 211	Sella
1	0, 5704 : 1, 0052	110, 101	Sella
1 2.	0, 5343 : $\frac{3}{4}$. 0, 9672	100, 010, 110, 101, 011, 012, 210, 120, 111	Mitscherlich (1)
1 2.	0, 5450 : 1, 0377	001, 110, 101, 011	Marignac (2)
1	0, 5943 : $\frac{1}{2}$. 1, 1899	100, 001, 101, 401, 111, 221	Schabus (3)
1	0, 5654 : $\frac{3}{4}$. 0, 9640	100, 001, 110, 101, 201, 310, 111	Marignac (4)
1	0, 5836 : $\frac{3}{4}$. 0, 9569	100, 001, 110, 101, 301, 302, 111	Marignac (5)
1	0, 5851 : 0, 8391	001, 110, 101, 111	Kopp (6)
1	0, 6432 : 0, 9827	100, 001, 110, 101	Rammelsberg (7)

(4) Ann. des Mines 5.ª Serie, Tom. 12, pag. 13. Alle forme ivi indicate A, E, M, N, e, e³, m si diedero
si oli 001, 100, 101, 201, 110, 310, 111.

(5) Ann. des Mines 5.ª Serie, Tom, 12, pag. 15. Alle forme ivi indicate A, E, M, R, S, e, m si diedero i
nl i 001, 100, 101, 302, 301, 110, 111.

(6) Annalen der Chemie und Pharmacie LXVI pag. 127 — Vedi Rammelsberg op. cit. pag. 383, le forme a,
q o ivi indicate sono qui 001, 101, 110, 111.

(7) Rammelsberg. Die neuest. Forsch. in d. Kryst. Chem. pag. 187. Le forme ivi indicate a, b, p, q sono
i 01, 100, 101, 110.

QUADRO TERZO

Sopra alcuni Saloidi trimetrici

SOSTANZA	COMPOSIZIONE	SECONDO WEISS a:b:c =	FORME E SFALDATURE	OSSERVATORE
Bromuro di Fosfonio monobromoetilico trimetilico	$P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$	1: 0, 5681 : $\frac{2}{5}$. 1, 0177	100, 010, 001, 110, 211	Sella
Biioduro di Difosfonio monoetilenico exaetilico	$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2$	1: 0, 5704 : 1, 0052	110, 101	Sella
Bicloruro di Mercurio	$HgCl$	1:2. 0, 5343 : $\frac{3}{4}$. 0, 9672	100, 010, 110, 101, 011, 012, 210, 120, 111	Mitscherlich (1)
Cloruro di Zinco ammoniacale	NH_3ZnCl	1:2. 0, 5450 : 1, 0377	001, 110, 101, 011	Marignac (2)
Cloruro di Piombo	$PbCl$	1: 0, 5943 : $\frac{1}{2}$. 1, 1899	100, 001, 101, 401, 111, 221	Schabus (3)
Cloruro Zinco-ammonico	NH_4ZnCl_2	1: 0, 5654 : $\frac{3}{4}$. 0, 9640	100, 001, 110, 101, 201, 310, 111	Marignac (4)
Cloruro Zinco-potassico	$KZnCl_2$	1: 0, 5836 : $\frac{3}{4}$. 0, 9569	100, 001, 110, 101, 301, 302, 111	Marignac (5)
Cloridrato di Papaverina	$N(C_{20}H_{21}O_4)HCl$	1: 0, 5851 : 0, 8391	001, 110, 101, 111	Kopp (6)
Cloridrato di Tialdina	$N(C_6H_{13}S_2)HCl$	1: 0, 6432 : 0, 9827	100, 001, 110, 101	Rammelsberg (7)

(1) Poggendorf. Annalen der Physik und Chemie Tom. 28, pag. 118. Vedi Rammelsberg, *Hand. d. Kryst. Chem.* p. 51. Alle faccie ivi notate b, c, p, r, q, r^2, q^2, $q_{/2}$, o si diedero i simboli 100, 010, 101, 011, 110, 012, 210, 120, 111. Nelle grandezze degli assi dati dal Rammelsberg incorsero alcuni errori di stampa.

(2) Ann. des Mines 5.a Serie, Tom. 12, pag. 8. Alle faccie ivi indicate M, P, a, e, si assegnarono i simboli 110, 001, 101, 011.

(3) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Vienna 1850 — Vedi Rammelsberg, op. cit. pag. 48. Alle forme ivi notate b, c, q, q^4, o, o^2 si diedero i simboli 100, 001, 101, 401, 111, 221.

(4) Ann. des Mines 5.a Serie, Tom. 12, pag. 13. Alle forme ivi indicate A, E, M, N, e, e^3, m si diedero simboli 001, 100, 101, 201, 110, 310, 111.

(5) Ann. des Mines 5.a Serie, Tom, 12, pag. 15. Alle forme ivi indicate A, E, M, R, S, e, m si diedero i simboli 001, 100, 101, 302, 301, 110, 111.

(6) Annalen der Chemie und Pharmacie LXVI pag. 127 — Vedi Rammelsberg op. cit. pag. 383, le forme a, q, o ivi indicate sono qui 001, 101, 110, 111.

(7) Rammelsberg. Die neuest. Forsch. in d. Kryst. Chem. pag. 187. Le forme ivi indicate a, b, p, q sono i 001, 100, 101, 110.

QUAD[...]

RIASSUNTO delle forme dei [...]

CAPO	SOSTANZA	SISTEMA	FORME E SFALDATURE OSSERVATE
I.	$P(C_2H_5)_3S$	Romboedrico	$10\bar{1}$, $2\bar{1}\bar{1}$, 210
II.	$P(C_2H_5)_3CS_2$	Monoclino	100, 010, 001, 110, $\bar{1}01$
III.	$NP[(C_2H_5)_3(C_6H_5)(CS)'']$	Id.	100, 010, 001, 110
IV.	$NP[(C_2H_5)_3(C_3H_5)(CS)'']$	Id.	100, 001, 110, $\bar{1}01$, $\bar{2}01$, $\bar{1}2$
V.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$	Monometrico	110
VI.	$As[(C_2H_5)_3(C_2H_4)Br)]Br$	Id.	110
VII.	$P(C_2H_5)_4I$	Romboedrico	111, $10\bar{1}$, 100, 110, 210, $3\bar{1}$
VIII.	$P[(C_2H_5)_3Pt]Cl$	Monoclino	001, 110, $\bar{1}01$, $\bar{1}12$
IX.	$P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$	Trimetrico	100, 010, 001, 110, 211
X.	$P_2[(CH_3)_6(C_2H_4)'']Br_2$	Monoclino	001, 110, $\bar{1}01$
XI.	$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2$	Trimetrico	110, 101
XII.	$P(C_2H_5)_4Cl + PtCl_2$	Monometrico	100, 111
XIII.	$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]Cl, PtCl_2$	Id.	100, 111
XIV.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_5O)]Cl, PtCl_2$	Id.	111
XV.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Cl, PtCl_2$	Monoclino	100, 010, 110, 101, $\bar{1}01$, (1 111, $\bar{1}11$, $\bar{2}11$
XVI.	$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Id.	100, 010, 001
XVII.	$PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Triclino	100, 010, 001, 011, $02\bar{1}$, $\bar{1}1$
XVIII.	$NP[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Monoclino	100, 001, 110, 011
XIX.	$NP[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Trimetrico	100, 010, 110, 101
XX.	$P_3[(C_2H_5)_9(CH)''']Cl_3, (PtCl_2)_3$	Monoclino	100, 010, 001, 101, 111
XXI.	$P(C_2H_5)_3O, ZnI$	Id.	100, 010, 001, 110, 011, 11
XXII.	$[P(C_2H_5)_3O]_3[P(C_2H_5)_3Cl_2], (PtCl_2)_2$	Id.	100, 001, 110, $\bar{1}01$, $\bar{1}11$, $\bar{1}2$

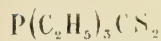
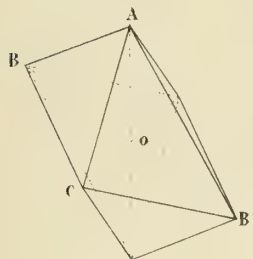
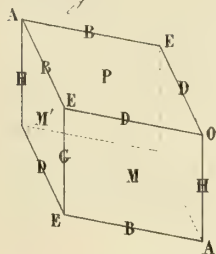
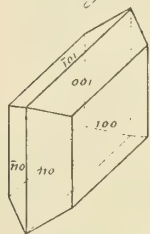
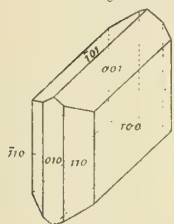
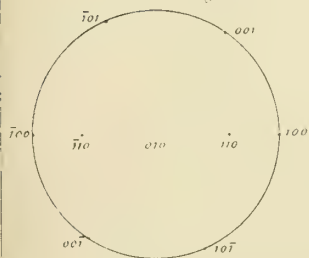
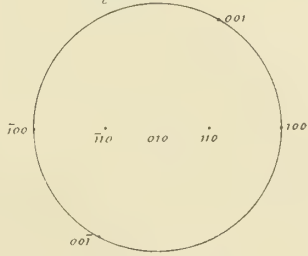
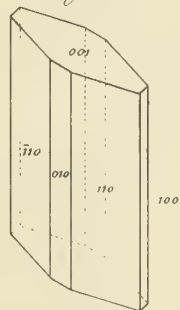
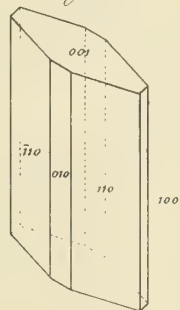
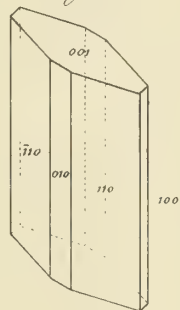
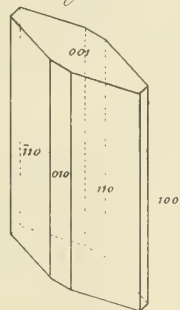
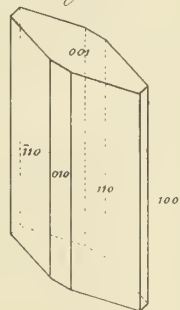
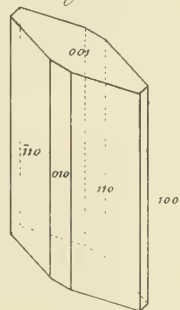
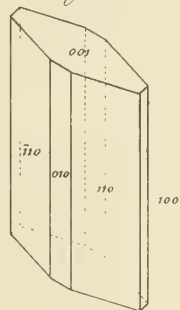
ARTO

ritti in questa Memoria (vedi pag. 188).

ANGOLI CARATTERISTICI	CARATTERI OTTICI APPROSSIMATIVI			
	Segno	Piano assiale	Mediana	Indici e Angolo assiale
l, 100 = 54°. 35′.	+			ω = 1, 59; ε = 1, 65
), 101 = 29°. 41′ ½; 010, 111 = 74°. 4′; l, 101 = 27°. 7′ ½.	+	001	[010]	μ = 1, 75; 2 V = 70°
), 001 = 61°. 2′; 010, 110 = 44°. 27′.		# [010]	ǁ [010]	
), 101 = 35°. 42′; 010, 111 = 39°. 22′; l, 101 = 29°. 3′.	—	010	ǁ 1̄01	β = 1, 657; 2V = 72°. 30′
l, 100 = 59°. 32′.	+			ω = 1, 660; ε = 1, 668
), 101 = 26°. 48′; 010, 111 = 59°. 38′; l, 101 = 31°. 28′.	—	# [010]	ǁ [010]	
), 110 = 60°. 24′; 001, 101 = 22°. 9′.				[001] > [100] > [010]
), 101 = 17°. 45′; 010, 111 = 57°. 47′; , 101 = 20°. 4′.				
), 110 = 60°. 18′; 001, 101 = 45°. 9′.				
), 101 = 55°. 59′; 010, 111 = 60°. 37′; , 101 = 33°. 3′.		# [010]	ǁ [010]	
), 001 = 82°. 36′.	—	# [010]	ǁ [010]	
), 010 = 81°. 52′; 100, 001 = 88°. 14′;), 001 = 89°. 9′; 100, 1̄11 = 120°. 18′;), 1̄11 = 64°. 4′.				
), 101 = 43°. 35′; 010, 111 = 55°. 36′; , 101 = 43°. 17′.				
), 110 = 59°. 50′; 001, 101 = 70°. 38′.	—	001	[100]	2 E = 60°
), 101 = 46°. 2′; 010, 111 = 48°. 27′; , 101 = 43°. 28′.				
), 101 = 34°. 25′; 010, 111 = 50°. 16′; , 101 = 48°. 48′;	+	ǁ [001]	[010]	γ = 1, 58; 2 V = 78°
), 101 = 27°. 19′; 010, 111 = 41°. 4′; , 101 = 46°. 23′.		010		

QUADRO QUARTO

RIASSUNTO delle forme dei Sali descritti in questa Memoria (vedi pag. 188).

CAPO	SOSTANZA	SISTEMA	FORME E SFALDATURE OSSERVATE	ANGOLI CARATTERISTICI	CARATTERI OTTICI APPROSSIMATIVI			
					Segno	Piano assiale	Mediana	Indici e Angolo assiale
I.	$P(C_2H_5)_3S$	Romboedrico	$10\bar{1}, 2\bar{1}\bar{1}, 210$	111, 100 = 54°. 35′.	+			ω = 1, 59; ε = 1, 65
II.	$P(C_2H_5)_3CS_2$	Monoclino	$100, 010, 001, 110, \bar{1}01$	100, 101 = 29°. 41′ $\frac{1}{2}$; 010, 111 = 74°. 4′: 001, 101 = 27°. 7′ $\frac{1}{2}$.	+	001	[010]	μ = 1, 75; 2V = 70°
III.	$NP[(C_2H_5)_3(C_6H_5)(CS)'']$	Id.	$100, 010, 001, 110$	100, 001 = 61°. 2′; 010, 110 = 44°. 27′.		# [010]	⊥ [010]	
IV.	$NP[(C_2H_5)_3(C_3H_5)(CS)'']$	Id.	$100, 001, 110, \bar{1}01, \bar{2}01, \bar{1}12$	100, 101 = 35°. 42′; 010, 111 = 39°. 22′; 001, 101 = 29°. 3′.	—	010	⊥ $\bar{1}01$	β = 1,657; 2V = 72°. 30′
V.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Br$	Monometrico	110					
VI.	$As[(C_2H_5)_3(C_2H_4)Br)]Br$	Id.	110					
VII.	$P(C_2H_5)_4I$	Romboedrico	$111, 10\bar{1}, 100, 110, 210, 31\bar{1}$	111, 100 = 59°. 32′.	+			ω = 1, 660; ε = 1, 668
VIII.	$P[(C_2H_5)_3Pt]Cl$	Monoclino	$001, 110, \bar{1}01, \bar{1}12$	100, 101 = 26°. 48′; 010, 111 = 59°. 38′; 001, 101 = 31°. 28′.	—	# [010]	⊥ [010]	
IX.	$P[(CH_3)_3(C_2H_4Br)]Br$	Trimetrico	$100, 010, 001, 110, 211$	100, 110 = 60°. 24′; 001, 101 = 22°. 9′.				[001] > [100] > [010]
X.	$P_2[(CH_3)_6(C_2H_4)'']Br_2$	Monoclino	$001, 110, \bar{1}01$	100, 101 = 17°. 45′; 010, 111 = 57°. 47′; 001, 101 = 20°. 4′.				
XI.	$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']I_2$	Trimetrico	$110, 101$	100, 110 = 60°. 18′; 001, 101 = 45°. 9′.				
XII.	$P(C_2H_5)_4Cl + PtCl_2$	Monometrico	$100, 111$					
XIII.	$P[(C_2H_5)_3(CH_3)]Cl, PtCl_2$	Id.	$100, 111$					
XIV.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_5O)]Cl, PtCl_2$	Id.	111					
XV.	$P[(C_2H_5)_3(C_2H_4Br)]Cl, PtCl_2$	Monoclino	$100, 010, 110, 101, \bar{1}01, 011, 111, \bar{1}11, \bar{2}11$	100, 101 = 55°. 59′; 010, 111 = 60°. 37′; 001, 101 = 33°. 3′.		# [010]	⊥ [010]	
XVI.	$P_2[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Id.	$100, 010, 001$	100, 001 = 82°. 36′.	—	# [010]	⊥ [010]	
XVII.	$PAs[(C_2H_5)_6(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Triclino	$100, 010, 001, 011, 02\bar{1}, \bar{1}11$	100, 010 = 81°. 52′; 100, 001 = 88°. 14′; 010, 001 = 89°. 9′; 100, $\bar{1}11$ = 120°. 18′; 010, $\bar{1}11$ = 64°. 4′.				
XVIII.	$NP[H_2(C_2H_5)_4(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Monoclino	$100, 001, 110, 011$	100, 101 = 43°. 35′; 010, 111 = 55°. 36′; 001, 101 = 43°. 17′.				
XIX.	$NP[H_3(C_2H_5)_3(C_2H_4)'']Cl_2, (PtCl_2)_2$	Trimetrico	$100, 010, 110, 101$	100, 110 = 59°. 50′; 001, 101 = 70°. 38′.	—	001	[100]	2E = 60°
XX.	$P_3[(C_2H_5)_9(CH)''']Cl_3, (PtCl_2)_3$	Monoclino	$100, 010, 001, 101, 111$	100, 101 = 46°. 2′; 010, 111 = 48°. 27′; 001, 101 = 43°. 28′.				
XXI.	$P(C_2H_5)_3O, ZnI$	Id.	$100, 010, 001, 110, 011, 111$	100, 101 = 34°. 25′; 010, 111 = 50°. 16′; 001, 101 = 48°. 48′;	+	⊥ [001]	[010]	γ = 1, 58; 2V = 78°
XXII.	$[P(C_2H_5)_3O]_3[P(C_2H_5)_3Cl_2], (PtCl_2)_2$	Id.	$100, 001, 110, \bar{1}01, \bar{1}11, \bar{1}12$	100, 101 = 27°. 19′; 010, 111 = 41°. 4′; 001, 101 = 46°. 23′.		010		

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

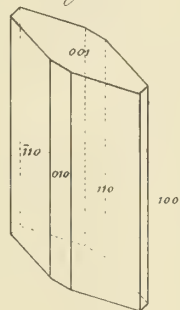
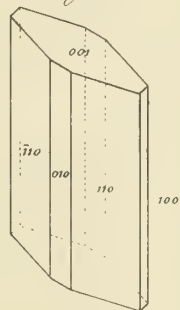
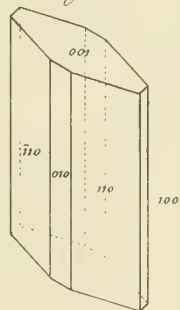
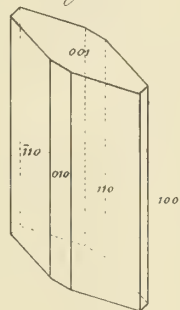
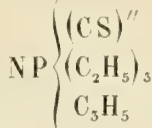
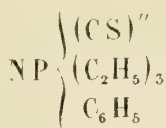
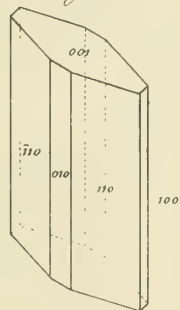
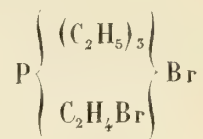
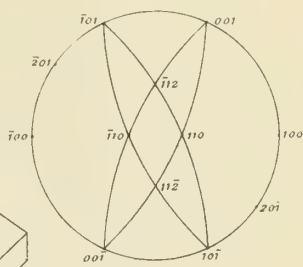
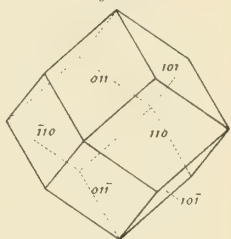
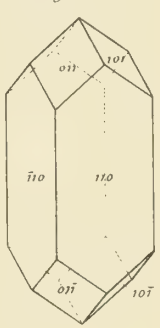
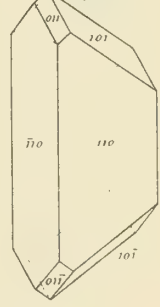
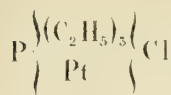
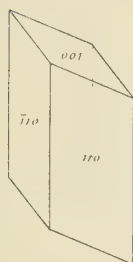
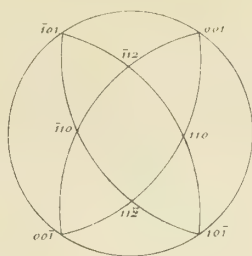
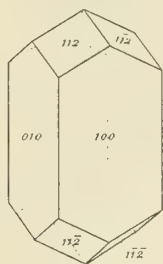
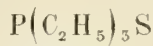
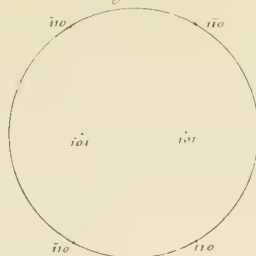
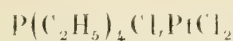
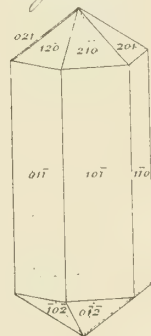
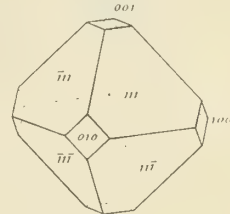
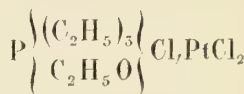
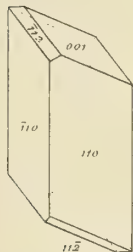
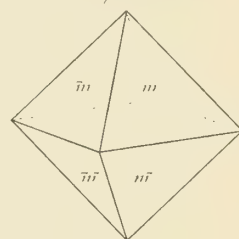
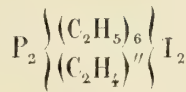
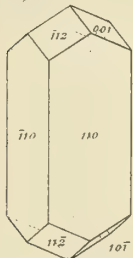
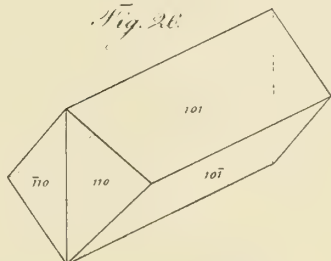
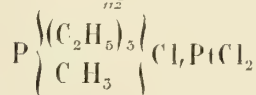
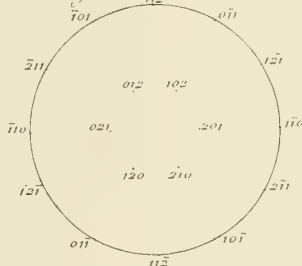
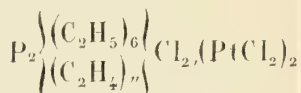
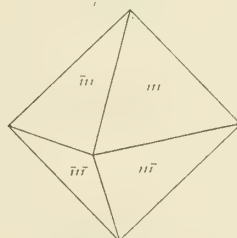
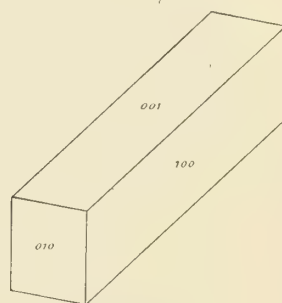
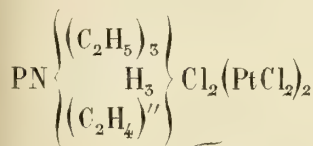
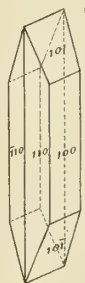
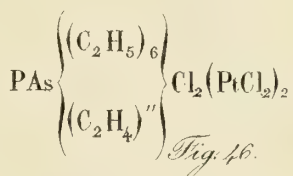
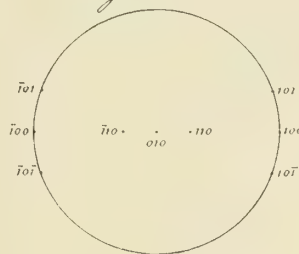
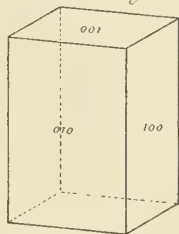
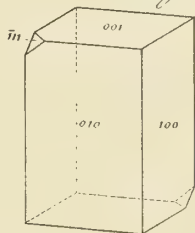
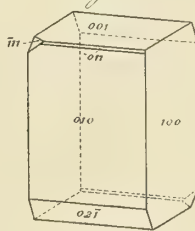
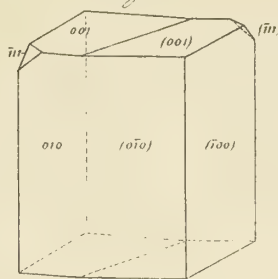
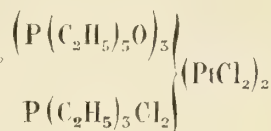
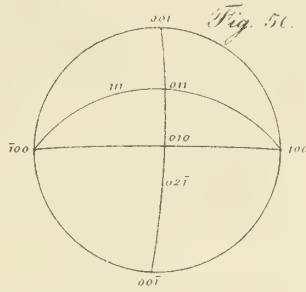
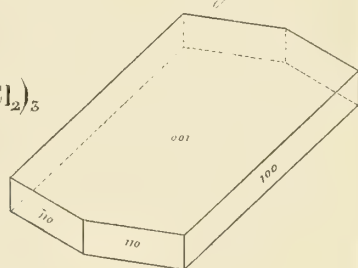
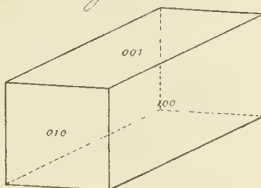
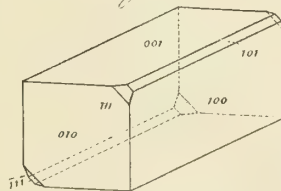
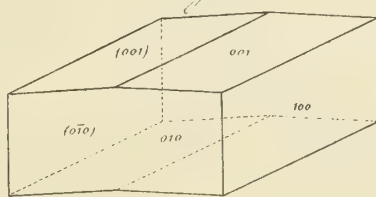
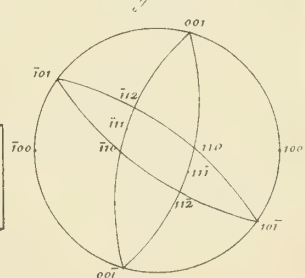
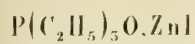
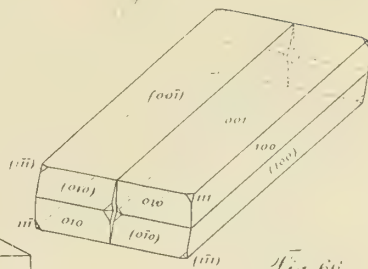
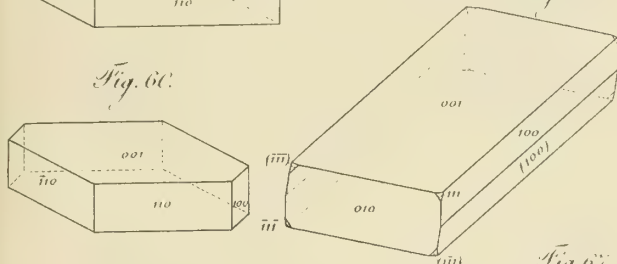
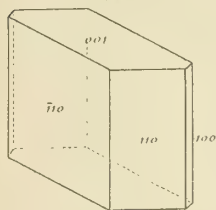
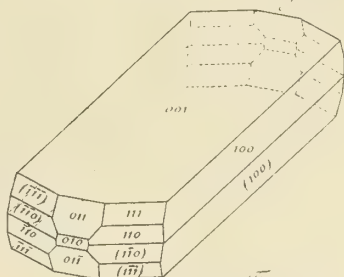
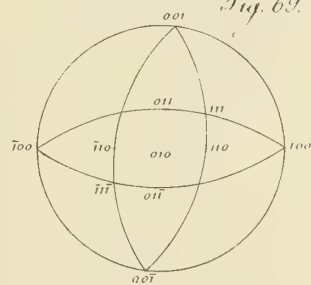
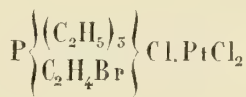
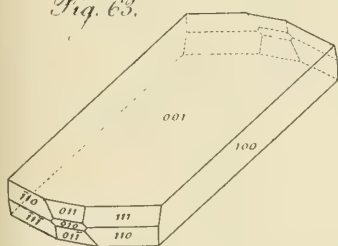
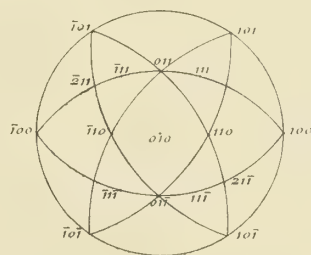
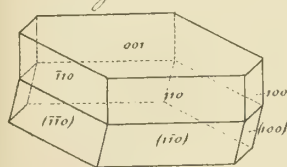
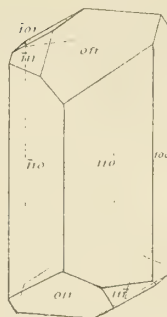
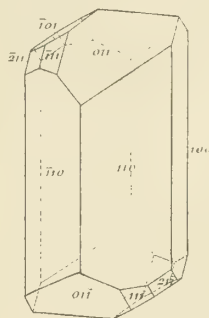
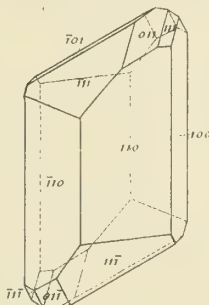
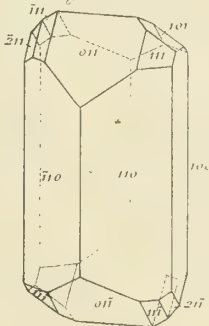
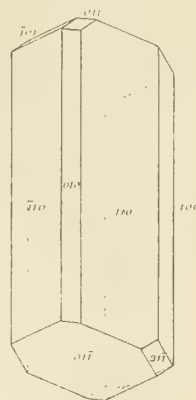
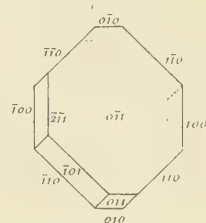
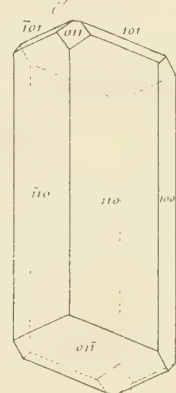
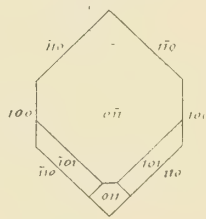
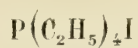
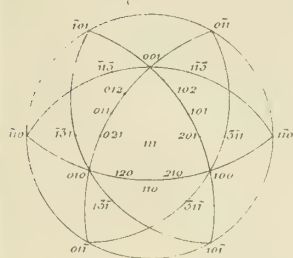
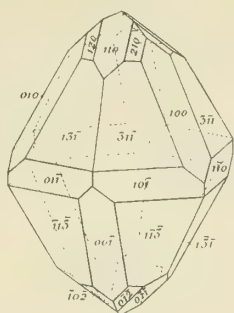
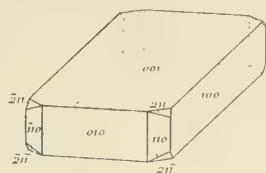
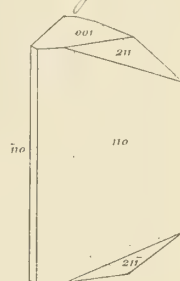
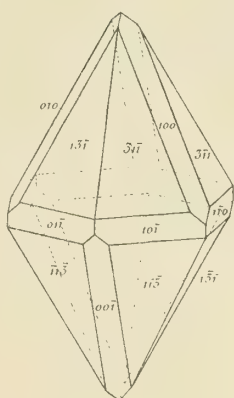
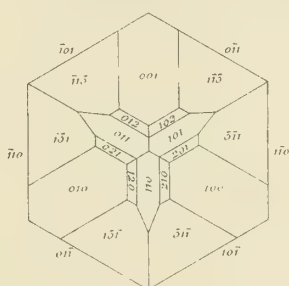
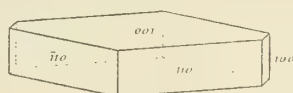
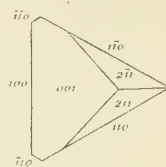
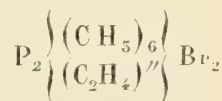
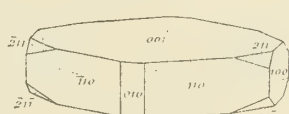
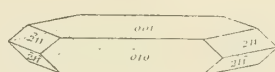
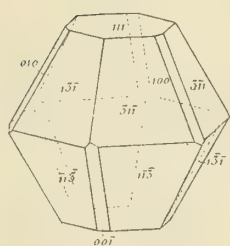
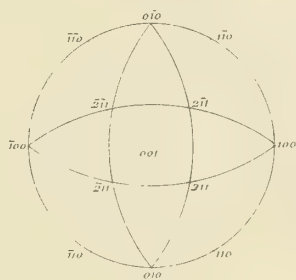
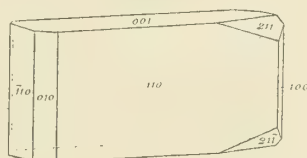
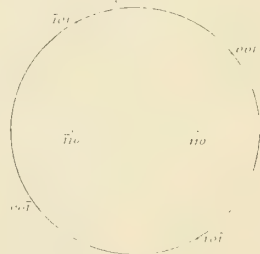
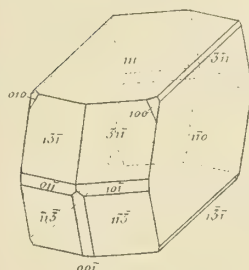
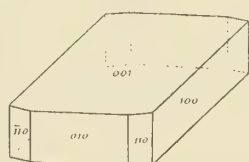
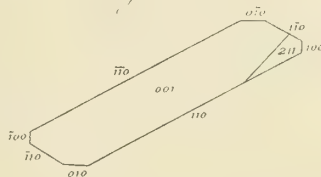



Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Calcolit. Bruno e Salomone, Roma

Sulla Meneghinite.

(Gazzetta ufficiale del Regno d'Italia, 1862, n. 10)

Il primo capitolo tratta di un minerale scoperto dal prof. Bechi nella miniera di piombo argentifero del Bottino in Toscana, cui esso diede il nome di *Meneghinite,* e che finora non venne trovato in alcun'altra località. In una serie di esemplari dall'ingegnere Perazzi dati in dono alla Scuola di applicazione degli ingegneri di Torino, l'autore prof. Sella riuscì a trovare alcuni aghi della nominata sostanza terminati da faccie, ed a determinarne, non ostante la somma piccolezza, gli angoli in un col sistema cristallino, sul che non avevasi finora notizia alcuna.

La Meneghinite è in cristalli trimetrici ove 100,110 = 46° 33′, 001,101 = 18° 59′. Le diverse forme osservate salgono a 16 con due sfaldature, 100,001, e di cui la prima specialmente è assai nitida. Questa specie è stata determinata dal Bechi conseguentemente ad una analisi, e siccome essa consta di solfuro di antimonio e di solfuro di piombo, che riunendosi in varie proporzioni già costituiscono varie specie affini e difficili a distinguersi, il Sella credette cosa importante il rinnovare l'analisi sopra cristalli ad uno ad uno scelti e sceverati da altri microscopici cristalluzzi, che sogliono talvolta impiantarsi su quelli. Tale analisi egli affidò alla conosciuta valentia del prof. Hofmann, di cui ora comunica il metodo seguìto ed il risultamento ottenuto, che è una splendida conferma delle conclusioni del Bechi, il quale considera la Meneghinite siccome composta di quattro equivalenti di solfuro di piombo e di un equivalente di solfuro di antimonio. Le analisi dell'Hofmann non accennano alla presenza del poco di ferro e danno meno rame di quanto apparisce dalle analisi del Bechi; ma il Sella è d'avviso che tale divario sia dovuto alla maggiore purezza dei cristalli da lui somministrati all'Hofmann. Del resto egli fa osservare come la piccola porzione del rame contenuta nella Meneghinite sostituisca un po' di piombo, e come dessa essendo variabile, non si possa determinare nella formola caratteristica della Meneghinite.

L'autore fa quindi parola dei minerali cristallizzati, cui la Meneghinite trovasi associata, e presenta alla classe cristalli di Quarzo, Calcare, Galena, Blenda e Calcopirite interamente attraversati da aghi di Meneghinite, ed aggiunge alcuni cenni sul filone del Bottino ove si trova la Meneghinite, cenni che gli vennero comunicati dall'ingegnere Perazzi, e dai quali appare che i cristalli si trovano nella parte del filone, che è al riposo di un salto (*faille*) mentre la porzione del filone rimasta al cadente del salto è compatta.

Poscia l'autore compara i cristalli di Meneghinite con quelli di altre specie analoghe risultanti pure dall'unione del solfuro di piombo col solfuro di antimonio, fa osservare come alcune di esse non siano abbastanza sicure, come la Meneghinite cristallizzi nello stesso sistema in cui cristallizzano la Jamesonite e la Geokronite, e come la Plagionite (la quale è invece monoclina) e la Meneghinite corrispondano la prima ad un *maximum*, e la seconda ad un *minimum* di espansione delle molecole di solfuro di antimonio e di solfuro di piombo, che lo costituiscono.

Finalmente dimostra l'autore la singolare analogia dei caratteri esterni e cristallografici della Antimonite e della Meneghinite, i cui angoli caratteristici differiscono di poco, le cui sfaldature principali sono identiche, e la metà delle cui forme è la stessa per l'una e per l'altra sostanza.

Nel secondo capitolo tratta il Sella della Fosgenite delle miniere di piombo di Gibbas e di Monteponi nell'isola di Sardegna.

Accenna anzitutto come la Fosgenite (combinazione di un equivalente di cloruro di piombo con un equivalente di carbonato di piombo) sia una delle sostanze le più rare, e come solo in alcuni dei principali musei d'Europa si rinvengano cristalli di questa sostanza provenienti da Cromford nel Derbyshire, e presenta quindi all'Accademia una serie di cristalli stupendi di Gibbas e di Monteponi, che gli vennero donati dal cav. Giordano, ingegnere capo delle miniere. Nota come i cristalli di Gibbas superino di gran lunga per bellezza i cristalli di Cromford, e come quelli di Monteponi li superino invece per le dimensioni, che in un esemplare giungono a 6 centimetri.

Discorre quindi l'autore dei caratteri da lui osservati nelle Fosgeniti italiane, i quali ne dimostrano l'identità colle inglesi, mettendo in rilievo alcune particolarità delle prime e qualche carattere di questa specie minerale non ancora conosciuto. E così considera come riguardo alle Fosgeniti di Gibbas debbano distinguersi due periodi nella loro formazione, periodi che somministrarono cristalli paralleli separati da una particolare spolveratura, e come esse si distinguano dalle inglesi per una tinta bruniccia dovuta, secondo l'autore a qualche traccia di acido solfidrico contenuto nella dissoluzione da cui la Fosgenite si deponeva.

Tra i caratteri della Fosgenite non ancora conosciuti debbono annoverarsi qualche nuova faccia, e gli indici di rifrazione che sono 2,114 pel raggio ordinario e 2,140 pel raggio straordinario. I quali indici accennano a potere rifrangente altissimo non superato che da quattro delle sostanze birifrangenti, e da due delle meno rifrangenti, di cui l'*Annuaire du Bureau des longitudes* faccia cenno, e rendono conto del vivissimo splendore della Fosgenite, il quale vale a distinguerla dalla Anglesite, con cui è talvolta intimamente associata.

Delle forme cristalline dell'Anglesite di Sardegna.

(Transunti della R. Accademia dei Lincei. Ser. 3ª, vol. III).
Seduta del 6 aprile 1879.

L'autore premette che, fino dal 1853, aveva intrapreso lo studio cristallografico dei cristalli di Anglèsite, che dalla miniera di Monteponi, e da altre miniere dell'isola di Sardegna si hanno così frequenti e così belli. In quell'anno e nei successivi egli aveva studiato un grande numero di cristalli dell'isola. Ma altre occupazioni lo avevano costretto ad interrompere questa indagine, sebbene essa gli avesse mostrato nell'Anglesite sarda grande copia di forme non ancora conosciute.

Nel frattempo il Lang pubblicò una completa monografia dell'Anglesite, in cui parecchi cristalli di Monteponi vengono determinati. Ed altri lavori sull'Anglesite si pubblicarono in seguito, e specialmente dall'Hessenberg, dal Zepharovich, dal Krenner. Non poche delle forme dall'autore già trovate molti anni fa, vennero fatte conoscere da questi cristallografi, ma di parecchie non essendosi mai fatta menzione, l'autore si decise di intraprendere la revisione delle vecchie sue determinazioni, ed una disamina delle Anglesiti sarde dei musei italiani, che fossero poste a sua disposizione. Cominciò dai cristalli della scuola degli ingegneri di Torino e delle Università di Bologna e di Roma, che il compianto Gastaldi, il Bombicci e lo Strüver gentilmente gli comunicarono.

La orientazione dei cristalli di Anglesite si mutò dai diversi autori per guisa da essersi esaurite tutte le possibili combinazioni, locchè ha per effetto di rendere difficili i confronti delle notazioni e delle figure. L'autore si attiene alla notazione seguita dal Krenner, che è l'ultimo dei citati autori, secondo la quale sarebbe:

$$100,110 = 38°,8',15'' \quad ; \quad 010,011 = 37°,47',45'' \quad ;$$

Premette quindi un cenno sulle forme cristalline dell'Anglesite anteriormente descritte, e che si possono riassumere come segue:

AUTORE	FORME DESCRITTE	Num. di esse
Hauy	100, 010, 001, 110, 102, 011, 111, 324.	8
Phillips	130, 021, 122.	3
Mohs	104, 121, 142.	3
Naumann . . .	120, 340, 112, 116.	4
Kayser.	221, 123.	2
Levy.	132.	1
Hausmann. . .	081.	1
Quenstedt . . .	210, 212.	2
Lang	230, 270, 012, 018, 031, 133, 144, 124, 342.	9
Hessenberg . .	214.	1
Zepharovich. .	103, 113, 114.	3
Krenner. . . .	320, 013, 035, 0.2.11, 155, 166, 128	7
	Totale	44

L'autore fa delle considerazioni intorno alle relazioni fra la grandezza delle forme, e la loro frequenza, per quanto risulta dalle descrizioni di precedenti autori. Indi espone i primi risultati delle sue indagini sulle Anglesiti di Monteponi, o di altre miniere della Sardegna, che ebbe a disposizione.

L'Anglesite di Sardegna mostra parecchie altre forme non comprese nel precedente elenco. In questa prima parte del suo lavoro il Sella indica le seguenti, per quanto ei sappia non ancora accennate da altri cristallografi.

(1) *520.* In un cristallo composto delle forme 011, 100; 111, 122, 324;; 001, 010, 120, 110, 104, 102, 221, 112;;; 320, 520, 11.12.2 (¹). La faccia 520 si trovò nella zona [001], e nella zona $[2\bar{5}6]$ determinata dalle faccie $\bar{1}22$, 221. Inoltre: 100, 520 = 16°. 30′ osservazione — 17°. 26′ calcolo.

(2) *740.* — (2)[a] In cristalli 011, 110, 001; 104, 102, 107, 100;; 124, 111, 120, 010, 106;;; 324, 122, 142, 210, 740, 221, 1.0.22. La forma 740 si trovò come segue:

zona [001] — 100, 740 = 24°. 35′ osservazione
100, $7\bar{4}0$ = 24. 21 »
24. 28 media — 24°. 10′ calcolo.

— (2)[b] In un cristallo 100; 111, 122, 324, 102, 104, 110, 221;; 120, 010, 011;;; 210, 320, 740, 124, 112, 012. La forma 740 si trovò come segue:

zona [001] — 010, 740 = 65. 39 osservazione
$0\bar{1}0$, $7\bar{4}0$ = 65. 43 »
65°. 41′ media — 65°. 50′ calcolo.

— (2)[c] In un cristallo 110, 001, 011; 102, 324;; 221, 111;;; 112, 122, 340, 740, 100. La forma 740 si mostrò come segue:

zona [001] — $1\bar{1}0$, $7\bar{4}0$ = 13°. 46′ osservazione — 13°. 58′ calcolo
110, 740 = 14° ½ circa.

(3) *430.* — (3)[a] In cristallo 110; 100, 001, 122, 0hk;; 120, 011, 111, 102;;; 010, 430.
430 nella zona [001] — $\bar{1}10$, $\bar{4}30$ = 8°. 9′ osservazione
$1\bar{1}0$, $4\bar{3}0$ = 8. 48 »
8°. 28′ media — 7°. 38′ calcolo.

— (3)[b] In cristallo 111, 100, 120; 122, 110, 104, 001;; 210, 430, hk0, 102, 221, 112;;; 010, 324. — 100, 430 = 30°. 9′ osservazione — 30°. 30′ calcolo.

— (3)[c] In cristallo 110, 001; 011, 111;; 100, 430, 780, 102, 104;;; 012, 029, 0.1.16, 221, 331, 324. — 100, 430 = 30°. 39′ osservazione — 30°. 30′ calcolo.

(¹) Si separano le notazioni delle forme con uno o più punti e virgole, in ordine decrescente della loro grandezza. Indi 011, 100; 111, 122, 324;; 001, 010, 120, 110, 104, 102, 221, 112;;; 320, 520, 11.12.2 significa che le forme

011, 100	sono rappresentate da faccie relativamente grandi.
111, 122, 324	medie
001, 010, 120, 110, 104, 102, 221, 112	piccole
320, 520, 11.12.2	piccolissime.

— (3)[d] In cristallo 110, 011; 001, 010, 100, 120, 111, 102, 221, 122;; 561, 671, 892, 324;;; 230, 130, 430, 112, 104, 781, 10.11.2. ....

010, 430 = 59. 35 osservazione
» » = 58. 43 »
» » = 58. 12 » — calcolo 59°. 30′.

(4) *10.9.0.* — In un cristallo 001; 111, 9.10.0, 790, 120;; 130, 010, 102, 122, 011;;; 104, 221, 324, 100, 10.9.0, 012, 130... la forma 10.9.0 si mostrò come segue:

zona [001] — 100, 10.9.0 = 35°. 16′ osservazione
$\bar{1}00$, $\bar{1}\bar{0}$.9.0 = 34. 52 »
» $\bar{1}\bar{0}$.$\bar{9}$.0 = 35. 50 »
35. 19′ media — 35°. 14′ calcolo.

(5) *9.10.0.* — Nel cristallo n. (4) la forma 9.10.0 si mostrò come segue:

zona [001] — 100, 9.10.0 = 40°. 53′ osservazione
» 9.$\bar{1}\bar{0}$.0 = 41 »
$\bar{1}00$, $\bar{9}$.10.0 = 41. 17 »
» $\bar{9}$.$\bar{1}\bar{0}$.0 = 41. 20 »
41. 8 media — 41°. 26′ calcolo.

(6) *780.* — Nel sovraccennato cristallo (3)[c]; 780 si trova nella zona [001]. Inoltre:
100, 780 = 42°. 5′ osservazione — calcolo 41°. 54′.

(7) *790.* — Nel cristallo n. (4) la forma 790 si mostrò come segue:

zona [001] — 100, 790 = 45°. 50′ osservazione
» 7$\bar{9}$0 = 44. 59 »
45. 24 media — 45°. 16′ calcolo.

(8) *580.* — In cristalli 011, 100; 110, 102;; 001, 122, 580;;; 111, 120, 230, 562, 792. La forma 580 è nella zona [001]. Inoltre:

primo cristallo 010, 580 = 38°. 31′ osservazione
secondo » » » = 38. 8 »
terzo » » » = 38. 21 »
quarto » » » = 38. 26 »
38. 21′ media — 38°. 31′ calcolo.

(9) *106.* — (9)[a] Nei sovraccennati cristalli (2)[a]; 106 si trovò nella zona [010]. Inoltre:

primo cristallo 00$\bar{1}$, 10$\bar{6}$ = 14°. 48′ osservazione
secondo cristallo { 001, 106 = 14. 53 »
{ » $\bar{1}$06 = 16. 52 »
terzo cristallo { 001, $\bar{1}$06 = 14. 45 »
{ » 106 = 15. 24 »
quarto cristallo { 001, 106 = 15. 56 »
{ 00$\bar{1}$, 10$\bar{6}$ = 15. 33 »
15°. 27′ media — 15°. 18′ calcolo.

— (9)[b] In cristalli 110, 104; 001, 102, 106, 107, 108;; 324, 122, 011, 120;;; 340, 561, 782, 892, 124

primo cristallo 001, $\bar{1}06$ = 14°.54′

secondo cristallo { 00$\bar{1}$, $\bar{1}0\bar{6}$ = 14. 30
{ 001, 106 = 14. 52 a 15. 42.

(10) *107*. — (10)[a] Nei sovraccennati cristalli (2)[a]; 107 si trovò nella zona [010]. Inoltre:

primo cristallo { 001, 107 = 13°. 0′ osservazione
{ 00$\bar{1}$, 10$\bar{7}$ = 12. 57 »

secondo cristallo { 001, 107 = 13. 23 »
{ » $\bar{1}07$ = 12. 53 »

terzo cristallo { 001, » = 12. 45 »
{ » 107 = 13. 50 »

quarto cristallo { 001, » = 12. 53 »
{ 00$\bar{1}$, 10$\bar{7}$ = 12. 44 »
{ 00$\bar{1}$, $\bar{1}0\bar{7}$ = 13. 1 »

13°. 3′ media — 13°.12′ calcolo.

— (10)[b] Nei sovraccennati cristalli (9)[b]

primo cristallo { 001, $\bar{1}07$ = 14°. 2′
{ » 107 = 13. 43

secondo cristallo { 00$\bar{1}$, $\bar{1}0\bar{7}$ = 12. 53
{ 001, 107 = 13. 34

13°. 33′ media — 13°. 12′ calcolo.

(11) *2.0.15*. — In cristallo 104, 110; 102, 001;; 2.0.15, 122, 011, 111, la faccia 2.0.15 è nella zona [010]. Inoltre:

001, 2.0.15 = 12°. 17′ osservazione .... 12°. 21′ calc.
110, » = 80. 21 » .... 80. 19 »
$\bar{1}\bar{1}1$, » = 74. 22 » .... 74. 19 »

(12) *108*. — Nei cristalli n. (9)[b]. — 108 nella zona [010]. Inoltre:

primo cristallo { 001, $\bar{1}08$ = 11°. 32′ osservazione
{ 00$\bar{1}$, $\bar{1}0\bar{8}$ = 11. 59 »
{ 001, 108 = 12. 7 »

secondo cristallo { 00$\bar{1}$, $\bar{1}0\bar{8}$ = 11. 10 »
{ 001, 108 = 11. 29 »

11°. 39′ media — 11°. 36′ calcolo.

(13) *1.0.15*. — In un cristallo 001, 011; 011, 122, 010;; 112, 110, 120;;; 111, 102, 104, 324, 1.0.15 — 1.0.15 è nella zona [010]. Inoltre:

001, 1.0.15 = 6°. 18′ osservazione — 6°. 15′ calc.
111, » = 59. 44 » — 59. 34 »

(14) *1.0.22*. — In uno dei cristalli sovraccennati n. (2)[a]: 1.0.22 si trova nella zona [010]. Inoltre:

001, 1.0.22 = 4°.18′oss.— 4°.16′calc.

(15) *029*. — Nel cristallo sovraccennato n. (3)[c], 029 si trova nella zona [100]. Inoltre:
001, 029 =15°.40′oss.—15°.59′calc.

(16) *0.1.16*. — Nello stesso cristallo n. (3)[c], 0.1.16 si trova nella zona [100]. Inoltre:
001, 0.1.16 = 4°.43′oss.— 4°.36′calc.

(17) *11.12.2*. — Nel già menzionato cristallo n. (1), 11.12.2 si trovò come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122;—110, 11.12.2= 5°.20′oss.— 5°.23′calc.
» [$\bar{8}$72] » 104,221;—221, » = 8. 50 » 8. 59 »

(18) *10.11.2*. — Nel sovracitato cristallo n. (3)[d], 10.11.2 si mostra come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 —110, 10.11.2= 5°.50′oss.— 5°.54′calc.
100, » =40. 58 » 41. 6 »
zona [10$\bar{5}$] » 010,561 —010, » =49. 24 » 49. 24 »
001, » =84. 58 » 84. 44 »
zona [3$\bar{4}$7] » $\bar{1}$11,430 —$\bar{1}$11, » =97. 29 » 97. 37 »

(19) *9.10.2*. — In cristallo 011, 122, 221, 110, 100; 111, 112, 102, 104, 324, 001, 120;;; 010, 210, 320, 9.10.2, la forma 9.10.2 si mostra come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 —110, 9.10.2 = 6°.28′oss.— 6°.32′calc.
» [$\bar{6}$52] » 221,12$\bar{2}$ —221, » = 7. 58 » — 8. 11 »

(20) *892*. — (20)[a] Nel sovracitato cristallo n. (3)[d], 892 si mostra come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 —110, 892 = 7°. 8′oss.— 7°.18′calc.
100, » =41. 43 » 41. 52 »
010, » =48. 57 » 48. 52 »
001, » =83. 56 » 83. 29 »
12$\bar{2}$, » =42. 24 » 42. 32 »
230, » =10. 39 » 10. 28 »
561, » = 2. 13 » 2. 20 »

— (20)[b] In uno dei cristalli sovracitati n. (9)[b], 892 si mostrò come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 —110, 892 = 7°.25′oss.— 7°.18′calc.

(21) *782*. — In uno dei sovracitati cristalli n. (9)[b], 782 si mostrò come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 —110, 782 = 8°.43′ osservazione
» 78$\bar{2}$ = 8. 30 »
8. 36 med.— 8°.17′calc.
001, 782 =82°. 4′
00$\bar{1}$, 78$\bar{2}$ =82. 52
82. 28 med.—82°.37′cal.

(22) *562*. — Nei cristalli n. (8), 562 si mostrò come segue:
zona [2$\bar{2}$1] colle faccie 110,122 — 110,562 = 11°.20′ oss. — 11°.17′ calc.
» [$\bar{2}$12] » 120,1$\bar{2}$2 — 120, » = 17°.16′ » — 17°.21′ »

(23) *126*. — (23)[a] In un cristallo 001, 110; 100, 011, 122, 128;; 010, 111, 124, 126, 102, 104, 324;;; 120, . . . si mostra 126 come segue:
zona [2$\bar{1}$0] colle faccie 001,122 — 001,126 = 26°.54′med.— 27°. 0′ calc.
» [22$\bar{1}$] » 102,1$\bar{1}$0 — 102,126 = 32°.51′ » — 32. 30 »

— (23)[b] In un cristallo 102; 104, 100, 110, 122;; 101, 126, 128, 011;;; 124, 111, 120, 010, 001.

zona $[2\bar{1}0]$ colle faccie 001,122 — 001,126 = 26°.59′med — 27°. 0′ calc.

zona $[22\bar{1}]$ » 102,$1\bar{1}0$ — 102,126 = 32°.27′ oss. — 32. 30 »

(24) *781.* — Nel cristallo n. (3)[d], 781 si mostrò come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 110,011 — 110,781 = 5°.27′med. — 5°.17′ calc.

» $[\bar{6}52]$ » $12\bar{2}$,221 — $12\bar{2}$, » = 39. 55 » — 39. 45 »

» $[\bar{2}16]$ » 120,$2\bar{2}1$ — 120, » = 15. 45 » — 16. 2 »

» $[\bar{3}25]$ » $1\bar{1}1$,230 — $1\bar{1}1$, » = 79. 30 oss. — 79. 25 »

100, » = 41°.53′med. — 42. 2 »

010, » = 48. 7 » — 48. 12 »

001, » = 86. 13 » — 86. 18 »

— In cristallo 100, 011; 110, 122, 102;; 111, 112, 104, 001, 124, 324, 781, quest' ultima forma si dimostra come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 110,011 — 110,781 = 5°.14′ oss. — 5°.17′ calc.

(25) *671.* — Nel cristallo n (3)[d], 671 si mostrò come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 110,011 — 110,671 = 6°.13′med. — 6°. 6′ calc.

100, » = 42. 35 oss. — 42. 40 »

010, » = 47. 42 » — 47. 39 »

001, » = 85. 37 » — 85. 43 »

(26) *561.* — Nel sovradetto cristallo n. (3)[d], 561 si dimostra come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 110,011 — 110,561 = 6°.52′med. — 7°.13′ calc.

100, » = 43. 13 » — 43. 32 »

010, » = 47. 11 » — 46. 55 »

001, » = 85. 12 » — 84. 56 »

102, » = 58. 12 oss. — 58. 6 »

$10\bar{4}$, » = 78. 30 » — 78. 50 »

zone $[\bar{4}32]$ colle faccie 102, 221; e $[8\bar{7}2]$ colle faccie $10\bar{4}$, $22\bar{1}$.

— In cristalli n. (9)[b], 561 si mostrò nella zona $[1\bar{1}1]$. Inoltre:

primo cristallo 110,561 = 6°.49′ oss. — 7°.13′ calc.

secondo cristallo » » = 7. 15 » — » » »

» » 001, » = 85. 5 » — 84. 56 »

(27) *792.* — In cristalli n. (8) sovracitati, 792 si mostra come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 110,011 — 110,792 = 10°.19′med. — 9°.58′ calc.

010, » = 45. 19 oss. — 45. 10 »

120, » = 14. 5 « — 14. 4 »

(28) *143.* — In un cristallo 110, 011, 120, 102; 122, 100;; 010, 001, 124, 146;;; 111, 131, 295, 168, 324, 128, 155, 143, 012, 1.11.13, 1.10.20 . . . la forma 143 si mostra come segue:

zona $[1\bar{1}1]$ colle faccie 011, 110 — 011, 143 = 17°.59′med. — 17°. 8′ calc.

» $[\bar{4}10]$ » 001, 146 — 001, » = 60. 58′ » — 61. 0 »

(29) *131.* — Nel sovradetto cristallo n. (28), 131 si mostra come segue:

zona [2$\bar{1}$1] colle faccie 011, $\bar{1}$02 — 011, 131 = 33°.56′ a 28. 26 } oss. — 31°.51′calc.

» [10$\bar{1}$] » 010, 111 — 010, 131 = 26°.30′a 27° » — 26°.26 »

$\bar{1}$22, 13$\bar{1}$ = 69. 48 a 70.43′ » — 70. 28 »

(30) *295.* — Nello stesso cristallo n. (28) 295 si mostrò come segue:

zona [2$\bar{1}$1] colle faccie 011, $\bar{1}$02 — 011, 295 = 20°.13′ oss. — 20°.26′ calc.

» [81$\bar{5}$] » 122, 1$\bar{3}$1 — 122, 295 = 18. 18 » — 18. 10 »

(31) *1.11.13.* — Nello stesso cristallo n. (28), 1.11.13 si mostrò come segue:

zona [21$\bar{1}$] colle faccie 011, 102—011, 1.11.13 = 6°.45′med.— 6°.47′calc.

010, » = 42. 36 oss. — 42. 44 »

100, » = 85. 11 » — 85. 7 »

001, » = 47. 56 » — 47. 41 »

110, » = 58. 39 » — 58. 38 »

(32) *168.* — Nello stesso cristallo n. (28), 168 appare come segue:

zona [21$\bar{1}$] colle faccie 011, 102—011, 168 = 11°.26′a 44′oss.—11°.41′calc.

» [4$\bar{2}$1] » 012, 120—120, » = 48. 48′ » — 48. 49 »

» [$\bar{8}$01] » 010, 128—010, » = 46. 27 » — 46. 33 »

100, » = 81. 38 » — 81. 36 »

(33) *146.* — Nello stesso cristallo n. (28), 146 appare come segue:

zona [21$\bar{1}$] colle faccie 011, 102 — 011, 146 = 16°.32′med.— 16°.23′ calc.

» [2$\bar{2}$1] » 110, 122 — 110, » = 56. 14 » — 56. 21 »

100, » = 78. 20 » — 78. 15 »

001, » = 42. 21 » — 42. 4 »

104, $\bar{1}\bar{4}$6 = 52. 48 » — 52. 26 »

(34) *8.10.1.* — (34)[a] In un cristallo 100, 8.10.1, 001; 122, 112, 111, 011;; 324, 102;;; 104, 120, 130, 010, 110, 7.10.1, 221, la forma 8.10.1 si mostra come segue:

zona [6$\bar{5}$2] colle faccie 122, 32$\bar{4}$—122, 8.10.1 = 32°.20′ osser. 32°.27′calc.

» [1$\bar{1}$2] » 110, $\bar{1}$11—110, » = 7. 47 » 7. 3 »

» [$\bar{4}$32] » 102, 221—001, » = 86. 56 med. » 86. 54 »

$\bar{8}$.10.1, » = 89. 20 circa » 90. 54 »

— (34)[b] In altro cristallo 100; 122, 011, 8.10.1;; 110, 120, 130, 7.10.1;;; 010

8.10.$\bar{1}$, 8.10.1 = 5°.55′med.— 6°.13 calc.

010, » = 45. » — 45. 37 »

100, » = 45. 5 » — 44. 33 »

110, » = 7. 28 » — 7. 3 »

(35) *7.10.1.* — Nel cristallo n. (34)[a], 7.10.1 è dimostrata dai dati seguenti:

zona [0.$\bar{1}$.10] colle faccie 100, 8.10.1—100, 7.10.1 = 48°.57′oss.—48°.22′cal.

» [4$\bar{3}$2] » 10$\bar{2}$, 22$\bar{1}$ —

010, » = 41. 15 » — 41. 49 »

— Nel cristallo n. (34)^b, 7.10.1 è dimostrata come segue:

7.10.$\bar{1}$, 7.10.1 = 5°.16′med. — 6°.37′ calc.
010, » = 41. 7 » — 41. 49 »
100, » = 49. 4 » — 48. 22 »
110, » = 10. 54 » — 10. 41 »

(36) *236.* — In un cristallo 100; 110, 111, 122, 324;; 221, 011, 001, 102, 104;;; 112, 012, 236, 123 .. la forma 236 si dimostra come segue:

zona [02$\bar{1}$] colle faccie 100, 012 — 324, 236 = 21°. 1′ oss. — 21°.17′ calc.
» [32$\bar{2}$] » 011, 2$\bar{2}$1 — 011, » = 30. 46 » — 31. 2 »
001, » = 40. 9 » — 40. 13 »

(37) *331.* — Nel cristallo n. (3)^c, la forma 331 si mostra come segue:

zona [1$\bar{1}$0] colle faccie 110, 001 — 110, 331 = 8°½ a 9°½ oss. — 9°.4′ calc.

— In un cristallo 111, 122, 001, 230; 120, 011;; 110, 331, ...;;; 324

zona [1$\bar{1}$0] — 001, 331 = 81°.42′ oss. — 80°.56′ calc.
00$\bar{1}$, 3$\bar{3}\bar{1}$ = 81. 35 »

— In altro cristallo 110, 001; 111;; 011, 102, 104, 122;;; 221, 331

zona [1$\bar{1}$0] — 001, 331 = 80°.40′cir. (alt.imm.81°.50′)

(38) *1.10.20.* — Nel cristallo n. (28) la forma 1.10.20 risulta come segue:

zona [0$\bar{2}$1] colle faccie 100, 124 — 100, 1.10.20 = 86° oss. — 86°. 3′calc.
001, » = 33.10 » — 33. 1 »
010, » = 57.10 » — 57. 17 »
$\bar{1}$04, » = 41.37 » — 41. 27 »
011, » = 19.50 » — 19. 47 »
zona [10.$\bar{7}$.3] colle faccie 11$\bar{1}$, 146 — 11$\bar{1}$, » = 90.30 » — 90. 42 »
110, » = 67. 8 » — 67. 11 »
12$\bar{2}$, » = 92.37 » — 92. 40 »

(39) *154.* — In un cristallo 122, 011; 100, 110, 154;; 001, 102;;; 104, 120, 111 154 si dimostra come segue:

zona [$\bar{1}$1$\bar{1}$] colle faccie 011, 110 — 011, 154 = 12 a 14° oss. 13°.35′ calc.
001, » = 58½ circa » 58. 59 »
100, » = 78 » » 77. 47 »
102, » = 57½ » » 57. 50 »

(40) *510.* — In un cristallo 001, 104, 102, 110; 124;; 122, 111, 011;;; 100, 510, 113, 114 la forma 510 si mostra come segue:

zona [001] — 100, 510 = 8°.45′ oss. 8°.55′ calc.

(41) *101.* — Nel cristallo (23)^b, 101 si mostra come segue:

zona [010] — 100, 101 = 31°.25′med. — 31°.20′ calc.
» [23$\bar{2}$] colle faccie $\bar{1}$22, 124 — $\bar{1}$22, 101 = 95°.36 oss. — 95. 42 »
» [11$\bar{1}$] » 1$\bar{1}$0, 011 — 1$\bar{1}$0, 101 = 47. 50 » — 47. 47 »

(42) *43.1.0.* — In due cristalli n. (42)^a, 011, 43.1.0; 110;; 001;;; 120, 111, 102 la forma 43.1.0 si mostra come segue:

zona [001] — 110, 43.1.0 = 37°.9′ .. 37.3 } 37°. 5′ calcolo.
1$\bar{1}$0, 43.$\bar{1}$.0 = 37 4 37.4 }

— In un cristallo n. (42)[b], 011, 43.1.0; 001, 110, 102;; 111;;; 324, 120

zona [001] — 110, 43.1.0 = 36°.54′

$1\bar{1}0, 43.\bar{1}.0$ = 37. 5.

Il Sella dichiara che parecchi di questi simboli, e per lo sviluppo, e per la natura delle forme a cui si riferiscono, non debbono ritenersi per definitivamente assicurati. Avendogli l'esperienza dimostrato, che faccie dapprima apparse rudimentari, o per la costanza con cui si ripetono, o per lo sviluppo che poi hanno in altri cristalli, meritano considerazione, credette di doverne prendere nota. L'averne tenuto conto gioverà come termine di confronto alle ulteriori ricerche, e l'autore stesso si riserva di dichiarare al termine delle sue indagini, quali simboli debbano tenersi per sicuri, quali siano probabili, e quali si possano abbandonare.

L'autore si propone di tornare in altra parte della sua Memoria sovra altre forme dell'Anglesite sarda, e sulle relazioni fra la frequenza delle diverse forme e la loro grandezza. Egli nota intanto che molte delle nuove forme costituiscono gruppi di faccie fra loro vicine e parallele a spigoli importanti, i quali sono talvolta rotondati, ripetendo così l'esempio di cristalli a faccie e spigoli in talune direzioni perfetti, ed in altre imperfetti. Come se, essendo le forze determinanti talune direzioni o zone assai più gagliarde e stabili, mentre le altre direzioni assai facilmente si mutano colle circostanze, variabili fossero state le condizioni dell'ambiente in cui la cristallizzazione si faceva, od anche si fosse manifestato qualche inizio di corrosione del cristallo precedentemente deposto.

Sul tungstato di didimio [1].

Alcuni giorni fa il nostro collega prof. Alfonso Cossa mentre mi consegnava per essere letta all'Accademia la sua importantissima Memoria sulla diffusione del cerio, del lantanio e del didimio, mi diede pure alcuni piccolissimi cristalli di tungstato di didimio anidro aventi una composizione analoga a quella della Scheelite o tungstato di calcio. Questi cristalli vennero dal Cossa preparati col metodo indicato nella sovraccennata Memoria, cioè precipitando il tungstato di didimio amorfo da una soluzione di nitrato di didimio col tungstato sodico, scaldando poscia a temperatura molto elevata una mescolanza di tungstato di didimio amorfo con un eccesso di cloruro sodico e lasciando poscia raffreddare molto lentamente il crogiuolo.

I cristalli di tungstato di didimio che io ebbi sono piccoli ottaedri di colore giallo cereo traente al roseo, meno imperfetti sugli spigoli che verso il centro delle faccie, come se si fosse deposta la sostanza cristallina nelle adiacenze degli spigoli prima che nel corpo delle faccie, ed il cristallo si compisse, come dice lo Scharff *per intus susceptionem.*

Le misure goniometriche non sono nè facili nè molto soddisfacenti, perchè vi sono spesso più immagini del punto luminoso che vi si riflettono; e sempre almeno due come se ai frammenti di faccie che sono più pronunciati presso ciascun spigolo corrispondesse un'immagine diversa. Quando una delle immagini è più luminosa delle altre, di essa tenni speciale conto. La incertezza non è poca quando si hanno due immagini di eguale forza.

Uno dei migliori cristalli mi diede i risultati seguenti, che sono la media di cinque osservazioni per ciascun angolo, e dove sono scritti per primi gli angoli corrispondenti alle immagini più luminose:

$$111,\ 1\bar{1}1 = 79°,57'$$
$$1\bar{1}1,\ \bar{1}\bar{1}1 = 80,\ 23 - 80°,51'$$
$$\bar{1}\bar{1}1,\ \bar{1}11 = 79,\ 51 - 79,\ 23 - 79°,19'$$
$$\bar{1}11,\ 111 = \underline{79,\ 54}$$
$$\text{Media} \quad 79°,59'$$

$$111,\ 11\bar{1} = 49°,50'$$
$$1\bar{1}1,\ 1\bar{1}\bar{1} = \underline{49,\ 35} - 49°,12' - 48°,26'$$
$$\text{Media} \quad 49°,42'$$

[1] Di questa Nota letta all'Accademia dei Lincei nella tornata del 1 dicembre 1878 venne pubblicato appena un cenno nei Transunti (Vol. III, pag. 26).

Questi numeri fanno ritenere per molto probabile che gli ottaedri di tungstato di didimio sieno dimetrici. Prendendo la media delle osservazioni corrispondenti alle immagini più luminose si ha: $111, \bar{1}11 = 79°,59'$; $111, 11\bar{1} = 49°,42'$.

Se ora si correggono questi due angoli in guisa che sia soddisfatta la relazione geometrica, che secondo il sistema dimetrico li lega, e sia un minimum la somma dei quadrati delle variazioni a farsi alle medie degli angoli, si trova che basta diminuire di 8′ la prima e di 3′ la seconda, cioè ritenere:

$$111, \bar{1}11 = 79°,51' ; \quad 111, 11\bar{1} = 49°,39'$$

Un secondo cristallo osservato diede:

$$111, 1\bar{1}1 = 79°,41' ; \qquad 111, 11\bar{1} = 50°,55' - 49°,38'$$

$$111, \bar{1}11 = 79, 50 ; \qquad 1\bar{1}1, 1\bar{1}\bar{1} = 49, 54$$

Ritenuta la poca perfezione dei cristalli, sembra quindi assai verosimile che il tungstato di didimio anidro sia dimetrico. La natura ci presenta i tungstati di piombo e di calcio nella Stolzite e nella Scheelite; essi sono dimetrici mentre il Wolfram o tungstato di ferro e manganese è monoclino. Geuther e Forsberg [1] descrivono i tungstati di bario, stronzio, magnesio, zinco e cadmio, e dichiarano i quattro primi dimetrici e isomorfi coi tungstati di calcio e piombo, e quello di cadmio probabilmente anche dimetrico come gli altri. Ma non sono indicate nè le misure goniometriche le quali indussero questi autori a tali conclusioni, nè il parametro od angolo fondamentale spettante a ciascun tungstato.

Per la Stolzite ($Pb WO_4$) si ha	$111, 11\bar{1} = 48°,35'$
» Scheelite ($Ca WO_4$) »	» $= 49, 27$
Per il tungstato di didimio si avrebbe	» $= 49, 39$

La vicinanza dell' angolo del tungstato di didimio a quello di calcio aumenta la probabilità che anche quello sia dimetrico.

Ho creduto di dar conto fin d'ora dei risultati ottenuti, perchè i chimici non sono d'accordo sulla valenza del didimio, che gli uni ritengono bivalente, ed altri, come di recente Mendelejeff e Clève, lo credono tetravalente. L' isomorfismo del tungstato di didimio coi tungstati di piombo e di calcio dimostrato se non sicurissimo, almeno grandemente probabile è argomento di gran peso in favore della ipotesi della bivalenza.

Spero di avere dalla compiacenza del collega ed amico prof. Cossa altri cristalli, i quali permettendo migliori misure e qualche indagine ottica, pongano fuori d'ogni dubbio la natura dei cristalli di didimio.

[1] Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie. Vol. CXX, pag. 270 (1851).

Relazione sulla Memoria del prof. Arcangelo Scacchi: Sulla poliedria delle facce dei cristalli.

(Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Ser. 2a, tomo XX, 1863).
Adunanza del 15 dicembre 1861.

Ella è sorte comune a tutte le leggi, le quali compendiano e generalizzano le osservazioni fatte dall'uomo sui fenomeni naturali o sulle esperienze dei laboratori, che esse appaiono semplici ed esatte allorquando le osservazioni sono poco numerose, o grossolane, ma che si mostrino poscia od assai più complicate, ovvero infirmate da molte cause perturbatrici allorquando le osservazioni si fanno e più numerose e più accurate.

Si potè credere da antichi astronomi, che le curve descritte dai centri dei pianeti fossero sezioni coniche, ma presto si vide che erano curve d'incredibile complicazione. La legge di Mariotte sulla relazione tra il volume dei gassi e le loro pressioni e temperature, quella di Proust sui rapporti tra gli equivalenti dei corpi semplici erano ben presto dimostrate prossime sì, ma non coincidenti col vero; e lo stesso si può dire, o col tempo si dirà, di ogni altra analoga legge.

I fatti noti in cristallografia si compendiano dicendo che a costante temperatura costanti sono gli angoli diedri delle stesse faccie di cristalli appartenenti alla medesima sostanza, e che in essi razionali sono inoltre i rapporti per le ragioni delle distanze a cui due faccie qualsiensi tagliano gli assi risultanti dall'intersezione di tre o più faccie qualunque. Ma le accurate misure di angoli, che da qualche tempo si fanno, dimostrano che anche in cristalli assai perfetti essi angoli vanno più o meno scostandosi da ciò che conseguirebbe dalle leggi precedenti: vale a dire che variano alcun poco gli angoli di diversi cristalli della stessa sostanza, e che le faccie dello stesso cristallo non obbediscono sempre esattamente alla legge di razionalità.

Nè v'ha a far meraviglia di codeste variazioni, imperocchè se malgrado la semplicità della legge Newtoniana l'azione di tutti i corpi celesti sovra ciascun pianeta cangia l'elisse, che questo descriverebbe attorno al sole in curva complicatissima, ben è evidente che comunque semplici possano essere le leggi di attrazione molecolare, la quantità di molecole, che concorrono a formare un cristallo, la presenza di molecole eterogenee, le continue variazioni di temperie, di condizioni del dissolvente, ecc. debbono pure alterare la semplicità delle forme cristalline. V'ha questa differenza fra l'astronomia e la cristallografia, che in quella essendo nota la legge di attrazione dei corpi celesti, lo studio delle perturbazioni del loro moto permette di scoprire pianeti, che non si erano ancor visti, e che in questa si è ridotti a studiare le perturbazioni delle forme cristalline per tentare se per questo lato si possa

giungere alla scoperta di quelle leggi di attrazione molecolare che rimasero finora ribelli all'ingegno umano.

Egli è perciò che in parecchi dei recenti lavori dei cristallografi si tiene minuto conto di queste variazioni, od almeno si cerca di sceverare da queste la vera forma che spetterebbe ai cristalli di ciascuna sostanza. Basti citare tra i più indefessi investigatori il Kokscharow ed il Dauber. Vennero ancora fatte più ipotesi per dar conto di queste perturbazioni. Lo Schroeder suppone che i cristalli di Datolite constino di due individui non affatto paralleli, di ciascuno dei quali rimanga traccia sopra ciascuna faccia del cristallo. Il Breithaupt a dar ragione delle dissimetrie di parecchi cristalli, per cui e sono disuguali gli angoli che dovrebbero essere identici, ed appaiono traccie di un asse ottico in cristalli monometrici, ovvero di due assi ottici in cristalli romboedrici e dimetrici, suppone che si debba crescere il numero di sistemi cristallini, e portarlo a tredici invece dei sei finora ammessi. Ed uno di noi nel rendervi conto dei cristalli dell'Argento rosso, che presentano faccie vicinissime e parallele ad una zona, le quali costituiscono quasi una superficie cilindrica, supponeva che al variare delle circostanze della formazione del cristallo insensibile fosse la variazione delle forze per cui una faccia dovrebbe essere parallela ad una data zona, e sensibilissima fosse per contro la variazione delle forze per cui la faccia dovrebbe essere parallela ad altre zone trasversali, in guisa che la faccia riesciva perfetta per ciò che riguardava la prima, ed intieramente incurvata per ciò che riguardava le seconde.

Il nostro Scacchi, a cui la mineralogia debbe tanti classici lavori, è da lungo tempo entrato in quest'arringo e basti ricordare i suoi lavori sulla Humite e sui cristalli emiedrici. Egli ci presenta ora una Memoria della più alta importanza, la quale è intieramente consacrata allo studio delle variazioni di posizione della faccia di un cristallo. Partendo dall'osservazione che una faccia riflette spesso più immagini di un oggetto che gli stia davanti, conchiude che una faccia può assumere nello stesso cristallo posizioni non affatto identiche, e dà il nome di *poliedria* delle faccie a codesto fatto per cui al posto suo si ha un poliedro ottusissimo. Entrando poi in un minutissimo ed accuratissimo studio dei cristalli di parecchie sostanze, egli descrive i varî e curiosissimi fatti di poliedria che vi ha osservati e determinati mediante difficili e faticose misure angolari.

La Memoria è divisa in tre parti. Nella prima tratta della poliedria nelle direzioni di due o più zone, cioè dei cristalli al posto delle cui faccie vi sono ottusi poliedri formati da superficie piane o quasi piane parallele a due o più zone. Discorre in essa della Fluorite, nella quale crede doversi considerare come poliedrie del cubo quei tetracisesaedri ottusissimi i cui angoli erano dal Phillips detti di 5.° 20′ e di 20′, il cui simbolo era dal Kenngott determinato in 32, 1, 0 ed i cui angoli trova lo Scacchi quasi insensibilmente variabili da 1°. 49′ a 8°. 52′. Tratta inoltre della Galena e dell'Analcimo, sulle cui faccie cubiche la poliedria prende abito di icositetraedri per la prima, e di esacisottaedri per la seconda; della Diottasia e della Tormalina ove la poliedria ha caratteri emiedrici; della Cabasite sulle cui faccie romboedriche la poliedria ha prossimamente un grado di simmetria corrispondente al sistema romboedrico; e dell'Armotomo colle specie ad esso affini.

Nè lo Scacchi si è limitato a cristalli naturali, ma ha fatto cristallizzare parecchie

sostanze coll'intendimento di studiarne la poliedria e le variazioni che essa subisce col variare delle circostanze di cristallizzazione. Ed in questa prima parte della Memoria espone le sue investigazioni sopra solfati doppi di manganese e potassa, in uno dei quali crescendo la rapidità della cristallizzazione riescì a far crescere l'angolo del poliedro sostituito ad una faccia da 0°. 6′ a 1°. 54′; espone quelle sull'allume, sul tartrato acido di stronziana trimetrico, e specialmente sul solfato di potassa in un col cromato di potassa e col solfato di ammoniaca.

Nel solfato di potassa trimetrico ottenne l'autore bellissimi geminati tripli, quadrupli, ecc., nei quali egli potè studiare curiosissimi esempi di deviazione, o (come egli dice) di poliedria della faccia di geminazione. Imperocchè in questa sostanza, la quale si presenta in prismi, il cui angolo poco si scosta da 120°, tre cristalli qualche volta si associano secondo faccie non esattamente coincidenti con quelle del prisma, in guisa da formare cristalli quasi identici con quelli del sistema romboedrico. Ed è questa analogia tanto più ammirevole, che lo stesso solfato di potassa in presenza del solfato di soda cristallizza nel sistema romboedrico in guisa da presentare cristalli quasi identici coi trigeminati trimetrici, di cui testè si diceva.

La seconda parte della Memoria tratta dei fenomeni di poliedria nella direzione di una sola zona, cioè dei casi in cui alla faccia si sostituisce una superficie prismatica ottusissima parallela ad una data zona. Vi tratta della Pirite, della Tormalina, del Corindone e di alcune sostanze artificialmente cristallizzate, cioè del solfato di soda e zinco, del tartrato acido di stronziana monoclino, del tartrato e del paratartrato acido di soda. Anche la poliedria in una sola zona si mostra per lo più con un certo grado di simmetria dipendente dal sistema cristallino e dalla emiedria propria della sostanza.

Finalmente nella terza parte tratta l'autore delle faccie curve dei cristalli, ove considera specialmente il Diamante ed il Gesso, e degli aggruppamenti raggianti dei cristalli, fenomeni che egli attribuisce ad una poliedria chè chiama indeterminata.

Lo Scacchi conchiude in generale che la poliedria si manifesta con determinate direzioni e con determinati modi per ciascuna specie di faccia; che è spesso in relazione coll'emiedria, colla geminazione, colla esistenza di angoli molto ottusi, e che pare favorita dalla rapidità d'ingrandimento dei cristalli.

La vostra Giunta prescinde dal discutere se veramente i poliedri ottusissimi che sostituiscono o circondano una faccia di un cristallo abbiano a dirsi variazioni di posizione della faccia stessa, piuttosto che faccie distinte, od almeno dal trattare dei limiti sino a cui codesta supposizione potrebbe ammettersi; essa si limita a dichiarare che nel suo concetto il lavoro dello Scacchi è per ciò che riguarda lo studio delle perturbazioni delle faccie cristalline della più alta importanza, e che esso contiene una doviziosissima messe di fatti od intieramente nuovi, o molto più accuratamente determinati di quanto il siano stati dai precedenti osservatori, dacchè se il Dauber dà molte variazioni di angoli, non indica il senso in cui avvengano, e se lo Scharff discorre delle poliedrie della Fluorite, della Galena e della Pirite, non corrobora le sue descrizioni con alcuna misura.

La Giunta non debbe tacere che la Memoria dello Scacchi contiene ancora la determinazione di nuove faccie, di nuove geminazioni, ed anche di nuovi sali e dei loro sistemi cristallini, cioè di altri fatti degni per sè di speciale memoria, e conchiude emettendo il voto che questo classico lavoro venga stampato nei volumi dell'Accademia.

Relazione sulla Memoria di G. Strüver: Studî sulla mineralogia italiana. Pirite del Piemonte e dell' Elba.

(Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino).
Adunanza del 13 dicembre 1868.

Nella seduta del 30 dicembre 1866 ebbimo l'onore di riferire favorevolmente all'Accademia intorno ad una Memoria del dottore Strüver, assistente al gabinetto di mineralogia presso la Scuola di applicazione degli Ingegneri in Torino, relativa ai cristalli di Nefelina, di Apatite e di Pirite che ornano i nostri musei. Piacque all'Accademia di fare favorevole accoglienza alla Memoria dello Strüver e di decretarne la stampa nei volumi delle sue Memorie. Nel suo lavoro lo Strüver si era limitato a dare contezza delle forme nuove che egli aveva trovato nei cristalli delle nostre raccolte. Ma considerando la straordinaria varietà e ricchezza di forme che presenta la Pirite italiana, imperocchè è in ogni tempo notissima la magnificenza e varietà delle Piriti di Traversella, Brosso e dell'isola dell'Elba, ci parve utile alla mineralogia italiana di consigliare allo Strüver di allargare il campo della sua Memoria, e di fare una monografia per quanto possibile completa della Pirite italiana.

Ed un cosiffatto lavoro ci sembrava tanto più opportuno in quanto che le nostre raccolte presentano una ricchezza di Pirite, che non esitiamo dal dire di grandissima lunga maggiore che in ogni altro museo. La nettezza e bellezza dei cristalli di Pirite delle nostre Alpi aveva in ogni tempo invaghito i benemeriti che fondarono le nostre collezioni pubbliche, per cui anche le vecchie raccolte ne erano discretamente fornite. Da alcuni lustri poi venne dato opera al mettere insieme quanti più cristalli di Pirite si poteva che sembrassero non senza interesse, col proposito appunto di preparare il materiale per una completa monografia della Pirite. La raccolta privata che il vostro relatore donò alla Scuola degli Ingegneri non conteneva meno di 800 cristalli di Pirite, e di molti ne conteneva pure la raccolta privata del prof. Gastaldi da lui donata alla stessa Scuola, cosicchè per gli sforzi incessanti e del vostro relatore, e del professore Gastaldi che gli successe nella direzione del gabinetto mineralogico di detta Scuola, questo è ora ricco di quasi 5000 cristalli di Pirite.

Analoghe cure consecrava per parte sua allo stesso scopo il prof. A. Sismonda, cosicchè anche il museo dell'Università contiene meglio di ottocento interessanti cristalli di Pirite.

Lo Strüver seguì il nostro consiglio. Le nuove forme di Nefelina e di Apatite che erano descritte nella prima Memoria, vennero rimandate ad una nota speciale

già stampata negli Atti dell'Accademia, e la Memoria, intorno alla quale abbiamo oggi l'onore di riferire all'Accademia, non si riferisce più che alla Pirite.

Lo Strüver descrive in essa tutte le forme e tutte le combinazioni, come ancora i geminati e le deformazioni (cristalli rimarchevoli per l'aspetto curioso che assumono per l'anormale sviluppo di alcune faccie), che ebbe occasione di osservare nei cristalli che si trovano nelle raccolte della Scuola degli Ingegneri e del museo: vi nota i caratteri fisici principali delle diverse forme, e dà una idea delle giaciture di Traversella e Brosso meno conosciute di quelle dell'isola dell'Elba.

Onde soddisfare a questo programma dovette lo Strüver riprendere ad esame le parecchie migliaia di cristalli di Pirite, che sono nelle nostre raccolte. Ne nacque che il numero di forme nuove da lui scoperte si andò aumentando di non poco: cosicchè le forme nuove con cui questa Memoria arricchisce la cristallografia salgono a non men di 24, computando tra le forme nuove quelle emiedriche delle quali già fosse conosciuta la forma di egual simbolo, ma in posizione inversa.

Le forme di Pirite sinora indicate ne' più autorevoli trattati sono le seguenti:

1. Cubo 100.

2. Rombododecaedro 110.

3-15. Pentagonododecaedri π 11 90, π 650, oppure π 540, π 430, π 340 [1], π 320, π 230, π 210, π 120, π 520, π 310, π 10 30, π 720, π 410.

16. Ottaedro 111.

17-19. Icositetraedri 211, 311, 911.

20. Triacisottaedro 221.

21-29. Emiesacisottaedri a faccie parallele π 321, π 231, π 421, π 241, π 531, π 851, π 10 51, π 10 61, π 453.

Le nuove forme descritte dallo Strüver sono ora le seguenti:

1-10. Pentagonododecaedri π 780, π 670 (?), π 560, π 450, π 750 (?), π 530, π 250, π 11 40, π 920, π 710 (?).

11-14. Icositetraedri 11 55, 944, 522, 411.

15-16. Triacisottaedri 332, 331.

17-24. Emiesacisottaedri π 432 [2], π 342, π 932, π 632, π 11 52, π 10 87, π 841, π 16 63, senza contare che egli dimostrò esistere entrambe le forme π 650, π 540 fra cui il Descloizeaux crede dovere stare il simbolo di una forma incertamente determinata.

Indi è che in totale le forme ora note della Pirite, sono le seguenti cinquantaquattro:

1. Cubo 100.

2. Rombododecaedro 110.

3-26. Pentagonododecaedri π 780, π 670, π 650, π 560, π 11 90, π 540, π 450, π 430, π 340, π 750, π 320, π 230, π 530, π 210, π 120, π 520, π 250, π 11 40, π 310, π 10 30, π 720, π 410, π 920, π 710.

[1] Essendo $m > n > p$ si indica con $\pi\, m\, n\, p$ la forma emiedrica diretta, e con $\pi\, n\, m\, p$ la forma emiedrica inversa.

[2] La forma π 432 era già stata determinata parecchi anni fa dal vostro relatore, ma è ora pubblicata per la prima volta dallo Strüver.

27. Ottaedro 111.

28-34. Icositetraedri 211, 11 55, 944, 522, 311, 411, 911.

35-37. Triacisottaedri 332, 221, 331.

38-54. Emiesacisottaedri a faccie parallele π 321, π 231, π 421, π 241, π 432, π 342, π 531, π 453, π 632, π 841, π 851, π 932, π 10 51, π 10 61, π 10 87, π 11 52, π 16 63.

Dei 24 pentagonododecaedri, 16 sono diretti ed 8 sono inversi, ed appena 6 sono l'uno complemento dell'altro in guisa da costituire, ove coesistessero, la forma oloedrica, cioè 650, 540, 430, 320, 210, 520.

Dei 17 emiesacisottaedri 13 sono diretti e 4 inversi: tre sono complementari in guisa da costituire ove coesistessero le forme oloedriche 321, 421, 432.

Tutte le forme sovra indicate vennero osservate dallo Strüver nelle nostre raccolte, ad eccezione dei pentagonododecaedri π 11 90, π 340, π 720, dell'icositetraedro 911, e degli emiesacisottaedri π 241, π 531, π 10 51, cosicchè sono 47 le forme che lo Strüver trovò nelle nostre raccolte.

Ma egli non è soltanto sotto il punto di vista delle nuove forme da lui trovate, che la Memoria dello Strüver è a parer nostro interessante. A noi sembra di poterne dedurre delle conclusioni non senza importanza per la cristallografia generale, cosicchè per dimostrarle ci sarà necessario dilungarci più di quanto sia costume nelle relazioni accademiche. A questo effetto noi trarremo qualche quadro dalla Memoria dello Strüver, ed altri ne combineremo, in cui le fatte osservazioni siano aggruppate in guisa da rendere evidenti le conseguenze che ci pare di poterne inferire.

Le combinazioni possibili che si potrebbero fare colle 47 forme semplici osservate dallo Strüver sono $2^{47}-1$. Invece malgrado che lo Strüver abbia determinato 5603 cristalli di Pirite, non vi trovò che 87 combinazioni diverse. È molto interessante il quadro seguente, che riferiamo, con qualche modificazione, dalla Memoria dello Strüver, e dove sono indicate dette combinazioni, il numero di esemplari su cui ciascuna di esse si osservò, e la località onde provengono detti esemplari.

N.° d'ordine	SIMBOLO DELLE FORME COMPONENTI LA COMBINAZIONE	NUMERO di esemplari osservati	LOCALITÀ		
1	100	454	Traversella.	Brosso (?)	
2	π210	14	id.	—	
3	111	13	id.	id.	
4	100, π210	679	id.	id (?)	Elba
5	id. 111	316	id.	id.	id.
6	id. π321	7	id.	—	—
7	π210, 111	19	id.	id. (?)	id.
8	π321, id.	9	id.	—	—
9	π210, 100, 111	475	id.	id.	id.
10	id. id. π321	64	id.	—	—
11	id. id. π421	55	id.	id.	—
12	id. id. π230	1	—	id.	—
13	id. 111, π421	3	id.	id. (?)	id.
14	id. id. π321	4	id.	—	—
15	100, id. id.	191	id.	—	id.
16	π210, 100, 111, π321	2273	id.	—	id.
17	id. id. id. π421	216	id.	id.	id.
18	id. id. id. 110	1	—	id.	—
19	id. id. id. 211	10	id.	id.	—
20	id. id. 110 id.	1	—	id.	—
21	id. id. π321, π421	40	id.	—	—
22	id. id. di. π453	3	id.	—	—
23	id. id. id. π410	1	id.	—	—
24	id. 111, id. π421	1	id.	—	—
25	id. 100, 111, π421, π 321	484	id.	—	id.
26	id. id. id. id. 211	25	—	id.	id.
27	id. id. id. id. 221	29	—	id.	—
28	id. id. id. id. π11 52	1	—	id.	—
29	id. id. id. id. π 231 (?)	2	id. oppure	id.	—
30	id. id. id. π321, π 453	21	id.	—	—
31	id. id. id. id. π 320	2	id.	—	—
32	id. id. id. id. π 432	1	id.	—	—
33	id. id. id. id. 211	1	id.	—	—
34	id. id. id. 110 id.	11	—	id.	—
35	id. id. id. π230 id.	10	—	id.	—
36	id. id. id. π120 id	2	—	id.	—
37	id. id. id. π430 id.	1	id.	—	—
38	id. id. π321, π421 id.	1	id. oppure	id.	—
39	id. id. id. π453, π851	1	id.	—	—
40	id. id. π530, π540, π10 61	1	—	id. (?)	—
41	id. 111, 110, 211, 221	1	—	id.	—

N.° d'ordine	SIMBOLO DELLE FORME COMPONENTI LA COMBINAZIONE								NUMERO di esemplari osservati	LOCALITÀ	
42	π 210,	100,	111,	π 421,	π 321	π 453			53	Traversella	
43	id.	id.	id.	id.	id.	π 851			10	id.	
44	id.	id.	id.	id.	id.	211			4	id.	
45	id.	id.	id.	id.	id.	221			1	id.	
46	id.	id.	id.	id.	id.	π 320			7	id.	
47	id.	id.	id.	id.	π 310,	π 430			2	—	Brosso.
48	id.	id.	id.	id.	π 231 (?)	221			1	id. oppure	id.
49	id.	id.	id.	id.	π 11 52	id.			4	—	id.
50	id.	id.	id.	id.	π 10 87	id.			1	—	id.
51	id.	id.	id.	id.	211	id.			5	—	id.
52	id.	id.	id.	id.	id.	110			2	—	id.
53	id.	id.	id.	id.	id.	π 453			1	id.	—
54	id.	id.	id.	id.	id.	π 230			2	—	id.
55	id.	id.	id.	110	id.	π 120			1	—	id.
56	id.	id.	id.	id.	id.	221			3	—	id.
57	id.	id.	id.	id.	id.	π 230			3	—	id.
58	id.	id	id.	π 932	id.	id.			2	—	id.
59	id.	id.	id.	311	id.	π 650			1	id.	—
60	id.	id.	id.	π 560	id.	π 750 (?)			1	—	id.
61	id.	id.	id.	π 321,	π 453,	π 320			2	id.	—
62	id.	id.	id.	id.	id.	π 342			2	id.	—
63	id.	id.	π 421	id.	id.	π 320			4	id.	—
64	id.	id.	id.	id.	π 851,	211			1	id.	—
65	id.	id.	111,	π 421,	π 321,	π 453	π 342. . . .		4	id.	—
66	id.	id.	id.	id.	id.	id.	π 320. . . .		1	id.	—
67	id.	id.	id.	id.	id.	id.	π 851. . . .		1	id.	—
68	id.	id.	id.	id.	id.	π 320	id.		1	id.	—
69	id.	id.	id.	id.	id.	π 632	π 16 63. . . .		1	id.	—
70	id.	id.	id.	id.	211	221	π 11 40. . . .		1	—	id. (?)
71	id.	id.	id.	id.	id.	110,	π 230. . . .		3	—	id.
72	id.	id.	id.	221	id.	id. (?)	411. . . .		1	id.	—
73	id.	id.	id.	id.	id.	id.	π 120. . . .		3	—	id.
74	id.	id.	id.	π 310	id.	id. (?)	id.		1	—	id.
75	id.	id.	id.	311	id.	id.	π 650. . . .		1	id.	—
76	id.	id.	id.	221	id.	522	π 450. . . .		1	id.	—
77	id.	id.	110,	π 10 61	id.	π 530,	π 540. . . .		1	—	id.
78	id.	id.	111,	π 421,	π 321,	π 320,	π 851,	110	1	id.	—
79	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	π 453	1	id.	—
80	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	π 632	1	id.	—
81	id.	id.	id.	id.	211,	221	411,	π 120	1	—	id. (?)
82	id.	id.	id.	π 560	id.	id.	331,	π 250	1	—	id.

N.° d'ordine	SIMBOLO DELLE FORME COMPONENTI LA COMBINAZIONE	NUMERO di esemplari osservati	LOCALITA
83	π210, 100, 111, π421, 211, 221, π321, π320, π851	17	Traversella.
84	id. id. id. id. id. id. 331, 11 55, 411, π120 . .	1	— Brosso.
85	id. id. id. id. id. id. π321, π320, π851, π230, π670 (?)	1	id. —
86	id. id. id. π932 id. π520, π410, π920, 110, id. π710 (?)	1	— id.
87	id. id. id. π421 id. 221, 944, 332, π841, π10 30, π11 40, π430, π780. .	1	id. oppure id.

Cosicchè sopra 87 combinazioni di Pirite osservate ne'nostri musei si trovarono

3	forme semplici in		. . . .	481	esemplari
5	combinazioni di	2	forme semplici in	1030	»
7	»	3	»	793	»
9	»	4	»	2546	»
17	»	5	»	594	»
23	»	6	»	113	»
13	»	7	»	20	»
5	»	8	»	5	»
1	»	9	»	17	»
1	»	10	»	1	»
2	»	11	»	2	»
1	»	13	»	1	»
87				5603	

L'esame dei simboli delle forme contenute nelle varie combinazioni, dimostra come non sia molto grande il numero di forme semplici che per lo più compongono i cristalli di Pirite. Però onde emerga più chiara la frequenza relativa delle varie faccie abbiamo riassunto nel quadro seguente il numero di esemplari e di combinazioni diverse in cui ciascuna forma semplice si trovò. Nelle combinazioni distinguemmo quelle provenienti da Traversella, da Brosso e dall'Elba. Notammo poi come di origine incerta le Piriti, che lo Strüver non si decise ad attribuire piuttosto a Brosso che a Traversella. La lettera *n* indica quelle delle forme comprese nel quadro, che furono per la prima volta trovate dallo Strüver.

SIMBOLO della FORMA	FORME nuove	NUMERO DI CASI IN CUI SI OSSERVA					
		Esemplari	Combinazioni				
			Traversella	Brosso	incerte	Elba	Totale
110	. . . . .	5539	45	37	4	8	79
π 210	. . . . .	4613	46	38	4	8	81
111	. . . . .	4275	40	34	3	9	70
π 321	. . . . .	3217	35	. . . . .	1	3	36
π 421	. . . . .	991	24	16	4	4	41
211	. . . . .	124	12	24	2	1	37
π 453	. . . . .	94	12	. . . . .	. . . . .	. . . . .	12
221	. . . . .	73	5	11	2	. . . . .	18
π 320	. . . . .	38	11	. . . . .	. . . . .	. . . . .	11
110	. . . . .	35	3	13	. . . . .	. . . . .	16
π 851	. . . . .	35	10	. . . . .	. . . . .	. . . . .	10
π 230	. . . . .	23	1	7	. . . . .	. . . . .	8
π 120	. . . . .	9	. . . . . .	6	. . . . .	. . . . .	6
π 342	n	6	2	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2
π 11 52	n	5	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 430	. . . . .	4	1	1	1	. . . . .	3
π 310	. . . . .	3	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
411	n	3	1	2	. . . . .	. . . . .	3
π 231 (?)	. . . . .	3	. . . . . .	. . . . .	2	. . . . .	2
π 932	n	3	2	2	. . . . .	. . . . .	2
π 650	. . . . .	2	. . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2
π 560	n	2	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 540	. . . . .	2	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 530	n	2	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 11 40	n	2	. . . . . .	1	1	. . . . .	2
π 410	. . . . .	2	1	1	. . . . .	. . . . .	2
311	. . . . .	2	2	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2
331	n	2	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 632	n	2	2	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2
π 10 61	. . . . .	2	. . . . . .	2	. . . . .	. . . . .	2
π 780	n	1	. . . . . .	. . . . .	1	. . . . .	1
π 670 (?)	n	1	1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
π 450	n	1	1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
π 750 (?)	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
π 520	. . . . .	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
π 250	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
π 10 30	. . . . .	1	. . . . . .	. . . . .	1	. . . . .	1
π 920	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
π 710 (?)	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
11 55	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
944	n	1	. . . . . .	. . . . .	1	. . . . .	1
522	n	1	1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
332	n	1	. . . . . .	. . . . .	1	. . . . .	1
π 432	n	1	1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
π 841	n	1	. . . . . .	. . . . .	1	. . . . .	1
π 10 87	n	1	. . . . . .	1	. . . . .	. . . . .	1
π 16 63	n	1	1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
Totale . . .	. . . . .	5603	52	41	4	10	87

Da codesto quadro apparisce, che le forme di gran lunga più frequenti nei cristalli di Pirite sono il cubo 100, il pentagonododecaedro π 210, e l'ottaedro 111. Vengono poi per ordine di frequenza prima l'emiesacisottaedro π 321, e poscia quello che è assai meno frequente cioè π 421, ed infatti sopra 5603 esemplari esaminati, 5317 non contengono altre forme che le cinque predette, giusta il quadro seguente, ove le combinazioni sono indicate per ordine di frequenza.

N.°	SIMBOLO DELLE FORME IN COMBINAZIONE					NUMERO di ESEMPLARI
1	100,	π 210,	111,	π 321	...	2273
2	id.	id.	...	...	...	679
3	id.	id.	id.	id.	π 421	484
4	id.	id.	id.	...	...	475
5	id.	...	...	...	...	454
6	id.	...	id.	...	...	316
7	id.	id.	id.	...	id.	216
8	id.	...	id.	id.	...	191
9	id.	id.	...	id.	...	64
10	id.	id.	...	...	id.	55
11	id.	id.	...	id.	id.	40
12	...	id.	id.	...	...	19
13	...	id.	...	...	...	14
14	...	...	id.	...	...	13
15	...	...	id.	id.	...	9
16	id.	...	...	id.	...	7
17	id.	id.	...	id.	...	4
18	...	id.	id.	...	id.	3
19	...	id.	id.	id.	id.	1
					Totale ...	5317

Dobbiamo notare che in natura le forme 100, π 210, 111 sono relativamente anche più frequenti di ciò che appaia nel quadro. Ed infatti per le stesse miniere di Brosso e Traversella, a meno che si tratti di esemplari rimarchevoli per la loro nitidezza, perfezione o grossezza, si tralascia per lo più di fare incetta di cristalli che presentino soltanto codeste forme semplici. Attraggono invece maggiormente l'occhio dei ricercatori le forme più complesse, specialmente quelle degli emiesacisottaedri. Quindi ad avere idea delle proporzioni con cui si presentano nelle nostre miniere, converrebbe aumentare il numero di codeste forme semplici, e specialmente dei cubi, che talvolta, sovrattutto a Traversella, sono copiosissimi.

Non è quindi a meravigliare se fin da tempo antico i cubi di Pirite hanno meritata l'attenzione dei mineralisti, tanto che il Vanoccio Biringuccio (¹) ne scriveva

(¹) *De la Pirotechnia*. Venezia 1540, fogl. 29.

tre secoli fa: *la più anchor che la si troui (la Margassita) a filoni è in forma di certe grane hor grosse et hor piccole tutte cubiche a similitudine di dadi, ouer bisquadre tutte justamente squadrati.* Colle quali rimarchevoli parole il Biringuccio mostra di aver fin d'allora compreso come non le dimensioni ma gli angoli rimanessero costanti nei cristalli di Pirite che descriveva.

Dopo le cinque forme essenziali sovraindicate seguono per ordine di frequenza 211, π 453, 221, e poscia, ma più rare, π 320, 110, π 851, π 230. Lo Strüver trovò taluna o parecchie di codeste forme combinate colle diverse forme essenziali sovradette in 241 esemplari, cosicchè le 12 forme delle quali abbiamo finquì discorso, costituiscono 5558 esemplari sopra i 5603 esaminati dallo Strüver.

Le rimanenti 35 forme trovate dallo Strüver nelle nostre raccolte non si manifestarono che sovra 45 esemplari

17 di queste forme si trovarono sopra 1 esemplare
10 . . . . 2 esemplari
8 . . . . da 3 a 9 »

Per lo più queste forme rarissime non sono molto sviluppate, ed in generale si manifestano per piccolissime facciuzze. A questa regola fanno soltanto eccezione le forme π 540, π 10 61 e π 432, le quali comunque rarissime si trovarono abbastanza sviluppate.

Non è senza interesse lo investigare in quali specie di combinazioni le varie forme si presentino. Nel quadro seguente vennero distinte le combinazioni osservate secondo che constan di 1, ovvero di 2, 3 . . . forme semplici, e si indicò per ciascuna forma in quante di dette combinazioni a 1, 2, 3 . . . forme la si trovi.

E così ad esempio la forma π 453, che è la nona indicata nel quadro, si trovò in una combinazione di quattro forme semplici, in due combinazioni diverse di sei forme semplici, e così di seguito.

N.°	SIMBOLO della FORMA	NUMERO DI COMBINAZIONI DIVERSE IN CUI LA FORMA ENTRA													Osservazioni
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	Totale	
1	100	1	3	5	8	16	23	13	5	1	1	2	1	79	
2	π 210	1	2	6	9	17	23	13	5	1	1	2	1	81	
3	111	1	3	4	5	14	21	12	5	1	1	2	1	70	
4	π 321	..	2	3	5	7	9	5	3	1	..	1	..	36	
5	π 421	..	..	2	3	6	15	7	4	1	1	1	1	41	
6	π 230	..	..	1	..	1	3	1	..	..	..	2	..	8	
7	211	..	..	..	2	8	12	8	2	1	1	2	1	37	
8	110	..	..	..	2	2	4	6	1	..	..	1	..	16	
9	π 453	..	..	..	1	2	5	3	1	..	..	..	..	12	
10	π 410	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..	2	
11	221	..	..	..	..	2	6	4	2	1	1	1	1	18	
12	π 320	..	..	..	..	1	3	2	3	1	..	1	..	11	
13	π 851	..	..	..	..	1	2	2	3	1	..	1	..	10	
14	π 120	..	..	..	..	1	1	2	1	..	1	..	..	6	

15	π 430	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..		1	3	
16	π 540	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	2	Tali forme coesistono in entrambe le combinazioni.
17	π 530	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	2	
18	π 10 6 1	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	2	
19	π 231	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	2	
20	π 11 5 2	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	2	
21	π 432	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	1	
22	π 650	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	2	
23	π 560	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	2	
24	π 310	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	2	
25	311	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	2	
26	π 342	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	2	
27	π 932	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	1	..	2	
28	π 750	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	
29	π 10 8 7	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	
30	411	..	..	..	..	..	..	1	1	..	1	..	..	3	
31	π 11 4 0	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	1	2	
32	π 632	..	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	2	
33	π 450	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1	
34	522	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1	
35	π 16 6 3	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1	
36	331	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	2	
37	π 250	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	1	
38	11 5 5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	1	
39	π 670	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	
40	π 520	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	
41	π 920	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	
42	π 710	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	
43	π 780	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	
44	π 10 3 0	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	
45	944	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	
46	332	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	
47	π 841	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	

Dall'ispezione di detto quadro emerge:

1° Che soltanto le tre forme 100, π 210, 111 che sono di gran lunga le più frequenti, costituiscono da sole cristalli di Pirite.

2° Che nelle combinazioni binarie, ossia di due forme semplici, entrano soltanto le forme precedenti e l'emiesacisottaedro comune π 321.

3° Che nelle combinazioni ternarie oltre le forme precedenti entra l'altro emiesacisottaedro abbastanza frequente π 421, ed il pentagonododecaedro π 230 che trovammo fra le forme non le più rare.

4° Che passando alle combinazioni quaternarie, si accrescono le forme che entrano nella loro composizione delle forme non rarissime 211, 110, π 453 ed in un esemplare solo della forma rarissima π 410.

5° Che passando alle combinazioni di cinque forme troviamo, oltre alle precedenti, le forme non rarissime 221, π 320, π 851, ed altre otto forme rarissime.

6° Che passando alle combinazioni di sei forme troviamo la novità di otto forme rarissime, e che un analogo incremento di forme rarissime, relativamente al

numero di esemplari in cui le combinazioni si osservarono, si trova quando cresce il numero di forme costituenti la combinazione.

7° Che la sola combinazione di nove forme trovata in 17 esemplari a Traversella presenta l'anomalia di non dare un incremento di forme rare.

Possiamo riassumere il significato del quadro precedente nel quale scriviamo le unità coi segni:

Π Trattandosi delle forme frequentissime 100, π 210, 111
I » frequenti π 321, π 421
| » non rarissime 211, π 453, 221, π 320, 110, π 851, π 230
● » altre forme rarissime;

ed indichiamo poscia per ciascuna specie di combinazioni il numero di forme che vengono ad aggiungersi a quelle delle precedenti combinazioni onde formare un totale di forme, delle quali soltanto si compongono i cristalli aventi il numero di forme proprio della specie di combinazione considerata. E così ad esempio nelle combinazioni di quattro forme si trovarono le forme che già si erano mostrate nelle combinazioni a 1, 2 e 3 forme, e si trovarono di più quattro altre forme, di cui tre non rarissime ed una rarissima.

SPECIE di COMBINAZIONE	NUMERO DI FORME che oltre le precedenti si trovarono nelle varie combinazioni	NUMERO DI ESEMPLARI per ciascuna specie di combinazione
Ad 1 forma	Π Π Π	481
» 2 forme	I	1030
» 3 »	I |	793
» 4 »	| | | ●	2546
» 9 »	| | |	17
» 5 »	● ● ● ● ● ● ● ●	594
» 6 »	● ● ● ● ● ● ● ●	113
» 7 »	● ● ● ● ● ●	20
» 8 »	● ●	5
» 10 »	●	1
» 11 »	● ● ● ●	2
» 13 »	● ● ● ● ●	1

Emerge quindi dalle pazienti indagini dello Strüver che almeno per quel che riguarda la Pirite

1° *Le combinazioni di poche forme non si compongono in generale che delle forme le più frequenti.*

2° *Le forme rare per lo più sono poco sviluppate, e si manifestano in generale con tanto maggiore probabilità quanto maggiore è il numero di forme costituenti la combinazione.*

Egli è come se le forze, le quali al momento della solidificazione della materia

ne determinano la forma cristallina, per lo più dessero luogo a cristalli composti di poche forme semplici; ma che pel solo fatto dello sviluppo contemporaneo di un maggior numero di forme, quantunque ciascuna di queste sia per sè abbastanza frequente, si faccia più agevole lo sviluppo di qualche piccola e rara facciuzza.

Il lavoro dello Strüver dà anche luogo ad interessanti considerazioni per ciò che riguarda le relazioni delle forme cristalline colle giaciture.

I cristalli dell'Elba non presentarono che le sei forme più frequenti, cioè 100, π 210, 111, π 321, π 421, 211, che si manifestarono in nove combinazioni diverse. Sebbene si abbia avuto occasione di arricchire le raccolte torinesi di una copiosissima collezione Elbana allestita nel 1861 dal capitano Pisani, e che il vostro relatore abbia fatto larga incetta di Piriti in un suo viaggio fatto verso quell'epoca nell'isola, tuttavia questa povertà delle forme Elbane potrebbe dipendere da che i cristalli dell'isola sono nei nostri Musei in molto minor copia che quelli di Traversella e Brosso.

Se ora noi paragoniamo i cristalli di Traversella con quelli di Brosso, osserveremo anzitutto nel quadro della pag. 216 che i cristalli di Traversella presentano 52 combinazioni diverse, e quelli di Brosso 41, divario che potrebbe dipendere dall'essere nelle nostre raccolte i cristalli di Traversella più numerosi che quelli di Brosso. Lo Strüver osservò 4 combinazioni che non si credette autorizzato ad attribuire piuttosto all'una che all'altra di queste località. Siccome Brosso dista pochi chilometri da Traversella, così i minatori spesso mischiano i cristalli dell'una e dell'altra località, sicchè per lo più ne vanno confusi ai pubblici Musei ove è difficile il separarli quando i cristalli non siano sovra matrice caratteristica.

Nelle 47 forme osservate ne trovò lo Strüver 12 sovra soli cristalli di Traversella, 17 di Brosso, 6 incerte e 12 sovra cristalli di Traversella e di Brosso. Delle 24 forme nuove se ne ebbero 7 sovra soli cristalli di Traversella, 12 di Brosso, 4 incerte e 1 in Brosso e Traversella.

Senza discorrere delle forme rare, per le quali si vede dal quadro della pag. 216 se si trovino piuttosto in una che in altra località, come senza parlare delle forme 100, π 210, 111 che si trovano frequentissime in ambe le località, avvi ad osservare che gli emiesacisottaedri π 321, π 453, π 851 ed il pentagonododecaedro π 320 non si trovano mai o quasi mai a Brosso (se pure è ben sicuro che ci si trovino), e possono quindi dirsi caratteristici di Traversella. Sono per contro assai più frequenti a Brosso i pentagonododecaedri π 230, π 120 ed il rombododecaedro 110.

Per le forme rare si potrebbe notare come i pentagonododecaedri siano stati trovati quasi tutti a Brosso e ben pochi a Traversella.

Concludiamo quindi che dalle osservazioni dello Strüver sugli esemplari delle nostre raccolte risulta che:

1° La Pirite di Brosso è più ricca di forme diverse quantunque presenti un minor numero di combinazioni che quella di Traversella;

2° La Pirite di Traversella è spesso caratterizzata da π 321, π 453, π 851, π 320 mancanti affatto o quasi a Brosso;

3° La Pirite di Brosso quando non presenti sviluppato l' emiesacisottaedro π 421 presenta talvolta non poche facciuzze di pentagonododecaedri le quali col

rombododecaedro 110 si accumulano presso gli spigoli dei cubi che ne costituiscono la forma predominante.

Lo Strüver descrive le deformazioni più interessanti che gli si affacciarono nelle sue investigazioni, e ben fece, giacchè qualcuna delle nostre Piriti presenta delle anomalie così curiose, che può citarsi come modello di ineguale sviluppo di faccie della stessa forma.

Finalmente l'autore consacra un capitolo della sua Memoria allo studio dei caratteri fisici delle varie forme di Pirite, e pone specialmente in evidenza la natura delle strie, che spesso si trovano pronunciatissime sopra talune delle faccie principale.

La Memoria dello Strüver è accompagnata da un atlante di 14 tavole nelle quali si trovano 188 disegni di diversi cristalli di Pirite, e la proiezione stereografica generale di tutte le forme finora osservate nella Pirite.

Indi è che la Memoria dello Strüver coll' atlante che la accompagna è a parere nostro una stupenda illustrazione di uno dei più interessanti minerali italiani, e quando si consideri la pertinacia, la pazienza, la diligenza che richiedette, come anche la importanza delle novità che lo Strüver vi trovò, come delle conclusioni che se ne possono dedurre, noi osiamo sperare che l'Accademia vorrà accoglierla con favore ed anzi con plauso.

INDICE DEL VOLUME II.° SERIE 4.°

Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Pubblicazioni della R. Accademia dei Lincei.

Serie 1ª — Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei. Tomo I-XXIII.
Atti della reale Accademia dei Lincei. Tomo XXIV-XXVI.

Serie 2ª — Vol. I. (1873-74).
Vol. II. (1874-75).
Vol. III. (1875-76). Parte 1ª TRANSUNTI.
2ª MEMORIE *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.*
3ª MEMORIE *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.*
Vol. V. VI. VII. VIII.

Serie 3ª — TRANSUNTI. Vol. I. (1876-77).
" Vol. II. (1877-78).
" Vol. III. (1878-79).
" Vol. IV. (1879-80).
" Vol. V. (1880-81).
" Vol. VI. (1881-82).
" Vol. VII. (1882-83).
" Vol. VIII. (1883-84).

MEMORIE *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.*
Vol. I. (1, 2). — II. (1, 2). — III.-XIX.

MEMORIE *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.*
Vol. I-XI, XIII.

Serie 4ª — RENDICONTI Vol. I. (1884-85).

MEMORIE *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.*
Vol. II.